Report

CANADIAN INSTITUTE FOR INTERNATIONAL PEACE AND SECURITY

Number 3

The Risk of Accidental Nuclear War

A Conference Report
by
Andrea Demchuk

Proceedings of the Conference
on the
Risk of Accidental Nuclear War

Vancouver, 26-30 May 1986

87-03102/

The Canadian Institute for International Peace and Security was established by Parliament on 15 August, 1984. It is the purpose of the Institute to increase knowledge and understanding of the issues relating to international peace and security from a Canadian perspective, with particular emphasis on arms control, disarmament, defence and conflict resolution.

Part of this mandate is to encourage public discussion of the issues. The Institute, therefore, participates in and also sponsors conferences on related topics and may publish reports on their proceedings.

The views contained in this report do not necessarily represent those of the Institute.

Information on the Institute and its publications may be obtained by writing to

The Canadian Institute for International Peace and Security
307 Gilmour Street,
Ottawa, Ontario K2P 0P7

Publié également en français

Preface

The Act of Parliament which created the Institute stated that part of its purpose was to encourage public discussion of issues of international peace and security. One of the ways in which the Institute seeks to achieve this objective is by playing an active role in conferences which address these subjects. It is interested in attending such conferences, in helping to sponsor them financially, and, on occasion, in organizing them and preparing reports of their proceedings.

This, the third such report, summarizes the proceedings of the conference on the Risk of Accidental Nuclear War which was held at the University of British Columbia in May 1986. The meeting, which raised considerable interest, was attended by specialists from a wide range of disciplines and from several countries including the United States and the Soviet Union.

As with the first two reports in this series, "Negotiations for Peace in Central America", and "Challenges to Deterrence", the problems raised in this account are of great interest to many Canadians. We hope, therefore, that this will be of use not only to those who attended the conference but to a much wider public which is concerned about the dangers which the conference discussed.

Geoffrey Pearson

Geoffrey Pearson
Executive Director

The Risk of Accidental Nuclear War

A Conference Report
by
Andrea Demchuk

Proceedings of the Conference
on the
Risk of Accidental Nuclear War
Vancouver, 26-30 May 1986

TABLE OF CONTENTS

Executive Summary	1
Introduction	3
I. Quantitative Assessment of the Risk	5
II. Automating Command Systems: Problems and Risks	11
III. Nuclear Command and Control: Goals and Performances	17
IV. Behaviour in Crises: Acting to Reduce the Risk	21
V. The Human Factor in Accidental War	26
VI. Conclusions and Recommendations	34
Appendix: List of Speakers and Participants	37

EXECUTIVE SUMMARY

Recently public attention has been directed towards the risk of accidental nuclear war. The two superpowers have been discussing ways of reducing the risk of war by miscalculation, and members of the US Congress have put forward bills promoting the establishment of joint crisis management centres. A number of articles in newspapers and magazines have asserted that the risk of war by accident is great and is increasing year by year.

Researchers are trying to analyze and to quantify this danger. What is the magnitude of the risk? Is it growing? What factors contribute to increasing the risk and how can it be reduced? A number of methods have been applied to the study, including modelling of alert/reaction systems, and statistical analyses of past international crises. This conference brought together representatives from different disciplines, using different research tools, so that they might exchange data, develop some form of consensus about the severity of the risk and suggest ways of reducing it. Their discussion covered five subjects: modelling, computer programming, command-and-control systems, crisis behaviour, and the role of human error. The mathematical models presented varied in their underlying assumptions and in the methods used for manipulating key parameters, but there was general agreement on the findings. The modellers present argued that the risk of an accidental nuclear launch due to unresolved false warning was increasing, especially with the deployment of weapons systems very near the borders or coastlines of the opposing power; short delivery time meant very little time to determine whether an alert was false. It was recommended that the nuclear powers agree to withdraw those weapons systems which have driven down decision times.

Short warning times are also related to concerns about the fallibility of computer programs and the vulnerability of command and control systems. Reduced decision times provide an incentive towards the automation of the alert/launch response. The vulnerability of command centres means that the military planners put high priority on getting the missiles out of the silos quickly while the communications channels are still functioning. It was recommended that C^3I systems be made more "survivable" and that planners and policy-makers resist any pressure to move to an automated launch-on-warning posture in times of crisis.

The last two days of the conference examined the effects of human behaviour and human error on the risk of inadvertent nuclear war. Such a war would occur not because either side thought it could gain from launching a nuclear attack but because the crisis had inexorably escalated as a result of misperception and bad judgement, aggravated by a lack of diplomatic skill and military restraint.

INTRODUCTION

An international conference on the Risk of Accidental Nuclear War was held on 26-30 May 1986, in the Chapel of the Vancouver School of Theology at the University of British Columbia. The conference was sponsored by Science for Peace, the Vancouver branch of the United Nations Association in Canada, and the Peace Research Committee of the International Political Science Association. Major funding for the conference was provided by the Canadian Institute for International Peace and Security, the Disarmament Fund of the Department of External Affairs, the Gordon Foundation, and Science for Peace. Additional support and assistance was provided by the deans of Arts and Science of the University of British Columbia, the Centre for Continuing Education, the Vancouver School of Theology, and the Vancouver branch of the United Nations Association in Canada. Twenty-four speakers addressed the conference; a list of their names, current work and institutional affiliations is appended to this report. In addition, thirty-two academics, professionals, and representatives of peace groups registered for the entire week, while many others participated in one or more of the public sessions.

The Background and Rationale of the Conference

For a number of years, there has been growing concern in academic and policy-making circles alike, about the possibility that a strategic nuclear exchange might be initiated inadvertently or accidentally, or as a result of the mistaken belief that an attack from the other side was imminent or already underway. The reasons for this anxiety are threefold.

First, a growing number of military strategists have begun to worry lest the deployment of new strategic and theatre weapons systems, together with consequent changes in strategic doctrine and operations policies, prove highly destabilizing. The short flight-times of the new intermediate-range nuclear forces (INF) and forward-based submarine-launched ballistic missiles (SLBMs) render both sides' command and control vulnerable to "decapitation" and thus reduce the decision time available during crises. In response to these developments both sides may have adopted strategic postures and operating policies which amount to a virtual launch-on-warning* in time of crisis.

A second source of anxiety, about which computer scientists are expressing concern, is the growing tendency to automate decision-making within nuclear command and control systems. This process of automation, which has been developed in response to shortened warning times, carries with it the twin dangers of an increased number of errors and failures within command and control systems, and a decreased ability to check and rectify these errors while maintaining operational control.

* The definition of launch-on-warning is currently the subject of considerable controversy.

Several public interest groups have drawn attention to a third area of concern, by making public hitherto classified data on errors and false alarms within the US strategic warning system. The data they have produced suggest that false alarms (even quite serious ones) are a good deal more common than generally believed, and have apparently increased in frequency. Even more alarming, when the particular events leading to serious instances of false alarms are examined in detail, is the evidence that increasing automation of command and control systems gives rise to a greater number and a wider range of failures and false alarms.

In response to these trends, academics from a wide variety of disciplinary backgrounds and national origins have begun to study the magnitude of the risk that nuclear war might occur by accident. Is this risk (as the official view would have it) still infinitesimal, or has it reached an alarming level as a result of the factors mentioned above? The conclusion seems to be that in all probability the risk has increased substantially, but we lack the data, methodology and conceptual tools to assess the danger precisely.

In view of this situation there was felt to be a need for an international, interdisciplinary conference to exchange information and insights on the risk of accidental nuclear war. A committee was therefore struck to organize this, comprising representatives from the sponsoring organizations, and academics engaged in research in the field.

I.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE RISK

The first day's deliberations were devoted to the presentation and assessment of several mathematical models of the risk of accidental war, and to a general discussion of the utility of a quantitative analysis of risk in this context. Presentations were made by Ms. Barbara Leonard, Dr. Linn Sennott, Dr. Brian Crissey, and Dr. Daniel Frei; the commentator was Dr. Anatol Rapoport.

Barbara Leonard's paper contained a mathematical model of accidental nuclear war which she and Bill Rosenberg had developed. The model's equations simulate what would happen if a *de facto* "launch-on-warning" policy were in effect during a crisis alert. The paper took as its starting point the assumption that, if an unresolvable alarm were to occur when the system was in a launch-on-warning state, a war would be triggered.

According to the model the probability of an unresolvable alarm occurring during a crisis is the product of the interaction of four parameters: (1) the number of days per year that the system is in *de facto* launch-on-warning; (2) the length of time available to make a decision; (3) the number of false alarms per year; and (4) the time required to resolve a false alarm. Using unclassified American data to estimate these parameters, Leonard and Rosenberg made five key predictions. First, on the basis of a small number of crisis days per year, a 7-minute decision time, and the existing rate of increase in false alarms, there is a high probability of accidental nuclear war occurring within the next decade. Second, if the average time allowed for the resolution of a false alarm is no more than 3 minutes, there is a 95 per cent chance of accidental nuclear war within 6 years. Third, if the average resolution time is 2 minutes and there are as few as 5 crisis days per year, there is still a 50 per cent chance of accidental nuclear war within 11 years. Fourth, even if it is assumed that an unresolved alarm will not trigger a launch without a second confirming signal, there is still a 50 per cent probability of accidental nuclear war within 16 years. Their final and most crucial finding is that the probability of accidental nuclear war is dramatically affected by the amount of decision time available. With only one minute of decision time, there is a risk of accidental nuclear war occurring in less than a year. With a three-minute decision time, it is likely to occur within 3 years and with a four-minute decision time within 14 years.

The paper presented by Linn Sennott outlined two models, one of overlapping alarms and another of dual phenomenology. Both of these models build upon an earlier one developed by Wallace, Crissey and Sennott, which was published in the *Journal of Peace Research*. Each incorporates salient characteristics of NORAD's Early Warning System.

The overlapping alarms model is based on the assumption that a missile would be launched if a second false alarm went off before the previous alarm had been resolved. The model estimates the probability that this juxtaposition of alarms would occur, during a given time period, on the basis of three parameters:

a) the average frequency of false alarms;
b) the average time taken to resolve each alarm;
c) the time interval under consideration.

The model shows that the average length of time until a lethal juxtaposition of false alarms occurred would be inversely proportional to the square of the frequency of false alarms. That is, if the number of false alarms per unit time doubles, the average amount of time before an overlapping alarm occurs is cut by a factor of four. Assuming a 3.5-minute false-alarm resolution time, 100 false alarms per year would give a 6.4 per cent chance of an overlapping alarm during that year. A doubling of alarms to 200 per year would increase this probability to 23.4 per cent and tripling the number to 300 per year would increase the probability of overlapping alarms to 45.1 per cent. (This figure is considerably greater than that provided by the US Department of Defence.)

Sennott's dual phenomenology model examines the military's key assertion that false alarms are not as dangerous as they might appear because of the policy of dual phenomenology, which requires that any indication of attack by one family of sensors, such as infra-red sensing satellites, must be confirmed by another family, such as radars. Sennott's model evaluates the claim that this form of redundancy would drastically reduce the likelihood of a "false positive" detection of incoming missiles. It shows that if "each stream" (satellites, radars) has 200 false alarms per year, the average time until an alarm occurs simultaneously in both systems is less than four years. (It is appropriate to note here that Bruce Blair asserted later in the conference that the "dual phenomenology" doctrine sometimes uses what he calls "strategic warning," that is, independent information from political or intelligence sources that an attack appears to be imminent.)

Sennott concluded that command, control and communications systems cannot be made completely secure by technological means and that detection errors *cannot* be eliminated. In attempting to eliminate as many detection errors as possible the military sensors must try to strike a balance between Type 1 errors, that is, failure to detect an incoming missile or missiles, and Type 2 errors, that is, detecting a non-present target. Sennott argued that the proportion of Type 2 errors will increase as decision time shortens. Most troubling to Sennott was her conclusion that:

> We are reaching a situation of contradiction, namely, the time available for human intervention in the decision-making process

> is shrinking to zero, yet having time for human intervention is absolutely imperative if we are to avoid catastrophic error – this problem doesn't have a technological fix.

Daniel Frei's paper provided a critical examination of the existing literature on accidental nuclear war. Rather than construct an empirically derived theory of the risk of accidental nuclear war, he identified some unexamined issues. One of the main issues with which he dealt was the probability of accidental nuclear war, probability being defined as the combined result of a number of risk factors. Some of these risk factors, would be independent; that is, the probability of their occurring simultaneously is very much lower than their occurring individually. Examples of a pair of independent risks, which could in tandem lead to accidental nuclear war, would be a faulty computer chip setting off a false alarm and a mentally ill submarine commander misinterpreting the data. On the other hand, some of the risk factors leading to accidental nuclear war would be interdependent since the failure of one factor may cause the failure of another. An example of interdependent risks would be an unintentional missile launch by the United States leading the Soviets to conclude that they were under a massive attack. The more interdependent risks there are in the system, the higher the probability of an accidental nuclear war. The provision of safeguards is intended to create redundancies within the nuclear-weapons system, and thus make interdependent risks independent. Among such measures, Frei lists double-key systems, permissive action links and detonation locks.

Dr. Frei pointed out, however, that in real world systems risks are neither fully interdependent or independent. Thus far the literature has failed to identify the level of interdependence between the risk factors leading to accidental nuclear war. Frei argued that in order to achieve credibility with decision-makers the literature must identify:

> . . . precisely which risk factors on the level of weapons technology and command and control systems are affected by each other and the nature of an acute international crisis as compared to situations of 'normalcy', and in what ways are these causal interrelations structured.

In addition to emphasizing the need for the clear identification of interdependence among risks, Frei also warned that risks cannot be assessed in a political vacuum, since the current nuclear dilemma is very much the product of East-West confrontation:

> The differences in values separating East and West should not be neglected nor must it lead to premature and superficial identifications of common interests. Today's situation is much more complex. Also the fact that both East and West wish to avoid a nuclear war does not necessarily imply that they share identical ideas about how to control and reduce this risk.

Political considerations had made Frei cautious about the prospect of measures to prevent accidental nuclear war. He argued that some unilateral measures, such as the West's removal of Pershing II's from Europe, or the adoption of a 'no-first-use' policy, would exchange the risk of accidental nuclear war for other risks, such as the Finlandization of Europe or the break-up of US security guarantees to Europe. In addition, such unilateral measures might

> . . . invite the Soviet leadership to push forward again by a policy of *fait-accompli*, as it has done by deploying the SS-20 missiles, in order to create "leverage" and produce a "bargaining chip".

Frei seemed to treat bilateral or co-operative measures with even more caution. He pointed to the very real cultural differences between East and West, which might tragically impede successful co-operation. Making use of a classification developed by Joseph Nye, Frei envisioned three types of co-operative measures: (i) crisis management, (ii) crisis prevention, and (iii) long-run stabilization. Frei judged categories (i) and (ii) to be highly workable, but suspected that ". . . the goal of long-run stabilization may very probably already go beyond the confines of US-Soviet cultural community." He suggested that rather than abandon the goal of long-term stability, the West should develop a variety of measures to prevent or to manage crises with the deliberate intention of placing them in a "stabilization framework."

Brian Crissey's paper, which was accompanied by a live demonstration of the computer simulation, developed mathematical accidental nuclear war models by linking them to models of the arms race. This shows that the probability of accidental nuclear war "evolves" over time as the arms race proceeds. The model is built on the assumptions that growth in technological complexity, in the amount of space debris and in the number of weapons is directly linked to accidental nuclear war: that the probability of superpower crises is constant over time; and that the strategic window of decision time remains constant at 8-10 minutes. Even though models of this sort are not designed to produce reliable values, but rather to allow the researcher to "play" with alternative assumptions and parameters, two results of Crissey's simulation are of interest. First, the model "predicts" a sharp increase in the probability of accidental nuclear war in the early 1980s and a slower increase thereafter. Second, the model predicts that the probability of an accidental *Soviet* launch is far greater than an American one.

Anatol Rapoport provided a critique of Leonard, Sennott and Frei's papers. He emphasized that in analysing accidental nuclear war, equal attention should be paid to probabilities and what he termed, "utilities." The purpose of risk assessment is to allow decision-makers to make informed choices between alternatives. This is straightforward only if numbers can be assigned to the different alternatives in order to reflect their relative degrees of desirability or undesirability. Utilities are determined by compounding the values of possible (foreseen) outcomes of our

choices and the probabilities assigned to the conditions which lead to those outcomes. Thus, the utilities assigned to alternatives in risky situations can be statistically calculated, if positive or negative numerical values are assigned to the possible outcomes of such action according to their relative desirability or undesirability.

Rapoport did not share Frei's view that probabilities represent the most crucial dimension of the accidental nuclear war risk problem. He believed, rather, that utilities are of equal importance and that both must be numerically expressed if their product, risk, is to be defined. Risk must be defined numerically if decision-makers are to make unambivalent choices, since rational choice requires that the alternatives can be rated statistically.

The probability of a non-repeatable event, such as nuclear war, can only be estimated. It cannot be precisely defined. The probability of *accidental* nuclear war can, however, be more readily assessed because it can be assumed that the occurrence of accidental nuclear war can be related to the occurrence of other events which may recur and whose frequency can be observed. Rapoport noted that Leonard and Rosenberg had related the occurrence of accidental nuclear war to that of other repeatable events, such as Missile Display Conferences, Threat Assessment Conferences and frequencies of crises. As probabilities can be assigned to these events on the basis of their occurrence in a given span of time, and since an unfortunate coincidence of such events could trigger nuclear war, a subjective but meaningful probability can be assigned to accidental nuclear war.

Utilities, as defined by Rapoport to embody desirability, are by their very nature a reflection of personal values. Thus, even more than with probabilities, any assessment of them is inevitably subjective. Yet if action is to be taken on the basis of risk assessment, utilities must be determined. Rational choice of action in a risky situation entails comparison of the expected utilities corresponding to the various courses of action. Taking no action is itself considered to be an action; only Sennott's paper made this point. Her discussion of Type I and II errors in missile detection showed that Type I error is to disregard a real attack and the other is to respond to a false alarm as if it were a real attack.

Rapoport pointed out that Type I and II errors are always complementary, as there is a trade-off between risks. One risk can be made smaller only at the expense of making the other larger; reducing the risk of disregarding a real attack will increase the chances of responding to a false alarm. In dealing with the risk of accidental nuclear war Rapoport used the analogy of capital punishment. The abolition of capital punishment ensures that every accused person's life will be spared, including those of brutal murderers, in order to eliminate the chance of executing even one innocent person. The irreversibility of capital punishment is important to those who wish to have it abolished, since because of this they assign an infinite negative utility to executing an innocent person. The

risk of miscarriage of justice thus becomes unacceptable, no matter how low the probability of its occurrence, since the product of the finite probability multiplied by the infinite negative utility yields an infinitely negative product.

When this reasoning is applied to accidental nuclear war it follows that no matter how small the probability of such a war, the negative utility of wrongfully executing millions of innocent people makes the risk unacceptable. Rapoport argued, therefore, that nuclear weapons should be abolished on the same basis as capital punishment.

To the abolitionist, the cost of accidental nuclear war is always infinite and the benefits are always zero. However, an assessment of the probability of accidental nuclear war may still serve the abolitionist cause and there is even a possibility that the danger of accidental nuclear war may provide common ground between decision-makers and abolitionists. Rapoport suggested that military planners do not like the idea of accidental war because if war occurs, they want it to happen in the way and at the time which they have designated.

In further comment on the papers Rapoport said that abolitionists can draw attention to the way in which various technologies and policies affect the probability of accidental nuclear war. Leonard and Rosenberg's paper had shown how a launch-on-warning policy magnifies the risk of accidental nuclear war, while Sennott's paper had linked overlapping false alarms to accidental war. Frei had pointed out the difference between the independent and interdependent risk factors in the way they contribute to the risk of accidental nuclear war. While adding independent redundant safeguards to the nuclear system may decrease the probability of nuclear war, the growing complexity of the nuclear system and the consequent unforeseen interdependence of its components may increase the risk.

According to Rapoport the abolitionist would do well to stress the two-sided nature of every risk. Using the analogy of business, where every investment entails a risk but every non-investment entails an opportunity lost, he argued that military planners emphasize the risks of dealing with the Russians but neglect to mention the opportunities lost by not dealing with them:

> What if, just *what if* Mr. Gorbachev's proposals for carrying out the abolitionist's programme are *not* a bluff. If they are not, what is the opportunity loss associated with dismissing them? If they are a bluff, what is the risk associated with calling it?

II.

AUTOMATING COMMAND SYSTEMS: PROBLEMS AND RISKS

The second day's deliberations dealt with the dangers posed by the increasing use of computers in the nuclear command and control process, and with their inherent inability to provide an "error-free" command system. Presentations were given by Dr. Severo Ornstein and Dr. Henry Thompson. The commentator was Dr. Joseph Weizenbaum.

Severo Ornstein's paper gave a detailed account of the limitations of computers in all their applications, including military decision-making. He pointed out that, since computers process most information in today's weapons systems, computing has taken over from physics as ". . . the technology at the cutting edge of the arms race." He suggested that computing software presents ". . . the most serious and least tractable problems in using computers in critical applications", and asserted that there is no way to completely rectify those problems or to ensure that "residual problems will not have catastrophic consequences."

As far as Ornstein was concerned, people had been effectively eliminated from military decision-making in time of crisis. He believed that people couldn't think fast enough to cope with the current level of "decision density" and that

> . . . if decision-making is based only on simplified summaries presented by computers, then the ingredients necessary for informed judgement are absent and you might as well let the computers make the decision.

He also warned his audience that computers, while extremely fast at some types of tasks, were slow at others, especially pattern recognition. Central to Ornstein's argument was his description of how computers work. Basically computers execute software which may be defined as ". . . successive simple instructions which, when put together in meaningful sequences, can perform complex tasks." A computer's greatest power is not to move quickly but to make choices based on designated external or internal conditions while the program is running. Computers both react to and act upon the outside world. Most computers do not compute but process non-numeric information; they apply *ad hoc* rules more often than they implement equations. Thus, most computer programs are not founded on mathematically-precise models, but on other less formal models, the validity of which it is difficult to test.

As yet computers are capable of limited performance. According to Ornstein they do not have the ability to think for themselves, or to go beyond prescribed rules. Although some computers have been given a few rudimentary skills, their progress, when measured against a "human

yardstick", has not been impressive. Researchers have discovered that the human thought processes are much more complex than originally surmised. Humans make use of a wide range of knowledge in functions such as pattern-recognition, generalization, learning, and strategy development. This knowledge is so wide-ranging that it has still to be fully catalogued by researchers, and so computers cannot yet come close to human performance in this area.

Another limitation is that when a computer breaks down, more often than not it becomes totally useless:

> The notion that it will merely be a little sluggish or inaccurate derives from experience with other kinds of devices where a worn wheel or axle may indeed degrade performance. When something goes wrong with a computer, however, it tends to go berserk, not degrade.

Ornstein challenged the assertion that, even if Star Wars computers broke down, 95 per cent of incoming missiles would still be intercepted. He argued that in fact none would be intercepted in the event of a breakdown. Some systems are designed to prevent this sort of total breakdown. In these systems the effects of errors are somewhat alleviated by isolating various parts of the program and providing a minimum of restricted interconnections between the parts. Unfortunately, even these modular systems cannot be completely protected from breakdown. Furthermore, computers are notoriously unpredictable in interpreting unanticipated data. For example, sensors have interpreted the moon rising as an incoming missile. An additional limitation is the personality of the human operator. Although humans are an integral part of any operating system, human reactions are frequently ignored by systems designers and superseded by military protocol.

Ornstein maintained that the most crucial limitation of computers, however, arises from the inherent imperfectability of the software. Most of a computer's design is contained in the software and when a computer breaks down this is frequently the source of the problem. While computers are almost infinitely flexible because of their software, they are also easy to program incorrectly. Superficially it is easy to fix software problems, but the more complex a system becomes the more difficult and expensive it is to deal with these. In fact, a whole technique of "software maintenance" has arisen to deal with problems as they occur. John Shore, the author of *The Sachertorte Algorithm*, has argued that if a car needed as much attention from the manufacturer as computers do, then the car would probably be called a lemon!

In order to explain the fundamental problems that software imposes on systems, Ornstein described the two basic steps of software construction. First, the researcher studies a problem in the real world, decides which aspects of it are relevant and devises rules, then formal specifications, to govern the behaviour of the computer. Second, the researcher takes these

specifications and writes a program in accordance with them. In large systems there will be some interaction between these two steps but they are essentially separate procedures.

Software errors are not always the result of carelessness (for example, a missing coma). Frequently, errors cannot be discovered until after a program has been implemented:

> The "unforeseen events" that cause trouble are less often unforeseen external events than perverse concatenations of perfectly normal events.

Complex interaction between the various parts of a program can occasionally produce wholly unexpected, erratic results. There are too many possibilities for interaction in modern computer systems for it to be feasible to test all of them, so numerous techniques have been developed to find errors.

Two classes of errors occur in writing programs from specifications. The first is the "typo" – A Mariner space probe was lost because a period was put where a comma should have been. The second, the "thinko," involves minor errors in reasoning. Most of the latter result either from the fact that the specifications themselves contain ambiguities or lapses in reasoning, or from the problem that English, with all its ambiguities, has become the language most often used for specifications.

In theory, it should be possible to check a program against its specifications, but the techniques of "program verification" are not as accurate as the name would suggest. Ironically, both Greg Nelson and David Parnas, two top software engineers in this area, have become vocal opponents of the Strategic Defense Initiative because they believe it is impossible to build trustworthy software. Although program verification is an important and powerful tool, it is not a foolproof solution. In large systems the full program is never run, since full-scale testing can be embarrassing or truly impracticable. Consequently many possibilities are never investigated. Smart designers and programmers are the best antidote for bugs, but they cannot provide a complete solution. Techniques of simulation also help to identify errors. Here person A writes the specifications for the original program and then person B writes specifications for a program designed to imitate the environment with which the original program is to deal. This method is of great help in identifying errors but it, too, is affected by shared oversights and misconceptions. Having identified errors, fixing them, especially in large systems in which they are deeply imbedded, can be a difficult process and may itself create further problems. For example, the Advanced Research Projects Agency (ARPA) computer network needed a major redesign after it grew beyond a certain size.

To cope with the persistence of errors, humans have developed "fault-tolerance" techniques, based on the idea of building spare parts into a

system in order to allow it to keep functioning in the event of a single component breakdown. In computers, however, "fault-tolerance" is more easily implemented in hardware than in software. If a faulty program is replaced by an identical copy, the same problem will eventually arise again.

To meet this difficulty the human programmer is duplicated, and separate teams write separate programs from the same specifications, on the theory that,"

> . . . Various teams are unlikely to introduce exactly the same errors and that by comparing the answers and doing software voting (the computers compare their own answers) you can eliminate errors."

This technique of software "fault-tolerance" involves four major difficulties. First, computers cannot always compare "answers" since much information is carried along implicitly rather than explicitly. Second, the teams are not truly independent, as they are using the same, inevitably incomplete, specifications and therefore may very well build in the same wrong assumptions. Third, it is difficult to synchronize machines in order to compare "answers". Fourth, specifications are often plainly incorrect and this technique does not address that.

Ornstein considered specifications to be "the least tractable part" of the software problem. Very often people don't know what they want computers to do, and so cannot define the problem for them to solve. We can't say to computers "Protect me!" We must tell them precisely how to do it.

In problem domains there is an excess of detail, some of which it is easy to overlook. Attempts to deal with this, by having independent teams write several programs, founder on the difficulty of making any objective comparison of the results. According to Ornstein, computers are extensions of human intellect and are therefore as limited as their originator, if not more so:

> The point is that *we must not expect that computers will safely solve the problem of the nuclear hair-trigger for us. They won't.* They give the appearance of relieving human burden, but at the cost of increased chances of catastrophic blunder.

Henry Thompson outlined his concerns regarding automatic decision-making systems and accidental war. He noted that as yet it is human beings who would decide to use nuclear weapons, but there have recently been some suggestions that this should be changed. The proponents of automatic launch-on-warning systems maintain that such systems would increase security through improved reliability and greater credibility. Thompson argued against the implementation of these systems on technological grounds. Automatic decision-making is subject to the present

limitations of artificial intelligence, and these are likely to hinder progress in the design of automatic systems until well into the next century.

Artificial intelligence requires a two-step process: the representation of a domain of knowledge in computational form, followed by the design and implementation of algorithms to solve problems. Thompson sees the way in which decision-making is based on knowledge as imposing a crucial limitation on the further development of artificial intelligence.

Basically he sees knowledge as lying on a continuum from specialist to causal. Data at the specialist, structural, compositional or evidential end of the spectrum has been successfully utilised by artificial intelligence. Expert systems in word processing, mineral geology, bacterial infection diagnosis and computer installation are examples of artificial intelligence applications using specialist knowledge. In each of these systems, knowledge is represented in system specifications by "if-then" rules, and is manipulated by a variety of mechanized formal inference procedures. The other end of the spectrum, however, is general, functional, contextual, causal, situated or "common sense" knowledge, which entails understanding of use or significance. As yet the only decision-making system which uses general knowledge is the human being; artificial intelligence methodology has been unable to do so. Researchers do not know how to encapsulate the world in the machine. Of course there is no absolute division between the two forms of knowledge, but the further artificial intelligence systems diverge from the specialist end of the spectrum, the less successful are the results.

The artificial intelligence systems described thus far can be used for decision-making only in an advisory capacity. Since they utilise only the narrow specialist type of knowledge, they would not be good candidates for automatic launch-on-warning. Nonetheless, proposals to use them in that way are currently under consideration. Thompson was concerned that automatic launch-on-warning would empower inadequate machines to make the most crucial decisions facing humanity. He believed that what was essentially a political problem should not be delegated to technology. Flawed as humans are, they are far more capable of making sensible decisions than the best machine.

Joseph Weizenbaum suggested in his presentation that Ornstein and Thompson, if anything, probably erred on the side of overestimating the reliability of computers. He also pointed out that the unreliability of computers could cause unpredictable consequences; the recent failure of the computer system of a small US bank had had disastrous effects on the precious metals market.

He observed that Ornstein and Thompson had failed to note that large computer systems are incomprehensible in their entireties, and that no amount of study, simulation, or missile conferencing can overcome this. Larger computers are not so much deliberately designed as evolved, and

if their history is lost so is our ability to fully comprehend their logical nuances. This contributes to the impossibility of understanding the final workings.

Weizenbaum argued that artificial intelligence cannot make decisions which are acceptable to human beings. Instead of providing a solution to computer fallibility, as some claim, it would probably only compound many of the difficulties of computer systems. He emphasized that grandiose predictions concerning artificial intelligence often flout well-recognized principles. Even the advisory artificial intelligence systems described by Henry Thompson should be approached with caution, since human operators are wary of overriding the computer's results and tend to accept its judgements as automatically correct. The reason for this is that an employee whose decision to override a computer leads to a problem is often fired, whereas an employee who follows the advice of the computer has a convenient scapegoat in the event of error. Weizenbaum closed by pointing out that while technology has had many impressive achievements, it has also had an infinite number of unforeseen consequences; any proposal to make nuclear weapons systems more automated should be resisted on the grounds that it might have unanticipated catastrophic consequences.

III.

NUCLEAR COMMAND AND CONTROL: GOALS AND PERFORMANCES

The third day of the conference turned to what was perhaps the most central issue in an assessment of accidental war risk: the nuclear command systems themselves. There was a discussion of what should be required of nuclear command systems, and of the degree to which the existing systems of both superpowers met these standards. Presentations were given by Dr. Bruce Blair, General Mikhail Milstein, and Mr. Marco Carnovale; the commentator was Dr. Douglas Ross.

Bruce Blair's paper outlined the extent to which current US procedures for dealing with crisis alerts increased the risk of accidental nuclear war. He began his presentation with the assertion that the superpowers had overemphasized a cardinal principle of crisis stability, threat, at the expense of another complementary principle, reassurance, in designing procedures to reduce the risk of deliberate or accidental nuclear war. The ways in which threat increases the risk of accidental nuclear war are vividly illustrated by operational procedures for a crisis.

In peacetime, Blair argued, negative control measures act as safeguards to prevent the unauthorized or accidental use of nuclear weapons. In time of crisis, however, the emphasis would clearly switch from negative to positive control; the military would be more concerned with co-ordinating their forces and implementing their war plans accurately, than with maintaining safeguards against the accidental or unauthorized use of nuclear weapons.

The co-ordination of forces by a legitimate authority would be difficult due to the variety of weapons systems within the nuclear arsenal. Furthermore, the command system would be so vulnerable that positive control would be difficult to re-establish after a nuclear attack. Because of this vulnerability central authority would inevitably be weakened. National policy officials control the terms of the alert only in a legal sense; there is too much detail to be handled by central authorities and, in practice, alert authority resides as low as the level of commander. Because the commander is responsible for the safety of his troops, he is allowed to take those alert measures which he deems necessary or prudential.

Compounding the authorities' problem of dealing with a virtually incomprehensible amount of detail is the difficulty of maintaining communications with the field, once alert procedures have been put into effect. In order to avoid enemy detection, there are progressively stricter rules against radio transmission the higher the level of crisis alert. Blair noted the irony of this situation in which the higher the level of crisis, the more concerned national officials would be about operational interactions, but the less they would be able to control these interactions. Central authorities would become insulated from the realities of the field. However

well combat units followed procedures, they would probably not be able to strike a good balance between negative and positive control. In all likelihood, heightened alerts would translate into escalating mutual suspicions; alert measures would be met with countermeasures, thus creating a cycle of reinforcing alerts and suspicions.

The superpowers have exacerbated the inadequacies of central control by the adoption of *de facto* launch-on-warning. Launch-on-warning appeals to both sides because it appears to compensate for the vulnerabilities of their command systems, but Blair argued that this policy is at the heart of the problem of accidental nuclear war.

Launch-on-warning entails a rapid shift in priorities measured in seconds. The NORAD Commander must decide whether to prepare for, or prevent, a launch. He must base this judgement on dual phenomenology, that is, a combination of strategic warning indicators (classic intelligence sources), tactical warning indicators (from sensors such as satellite, infrared and ground radar) and confirmation by human operators of the data provided by the sensors. Too much must happen in too short a time for there not to be a high risk of mistake and so dual phenomenology has not eliminated the possibility of error.

Furthermore, those who would have to decide whether or not to retaliate and if so against which target would be under great stress. The few minutes allowed for a decision and the scant information available would not provide a clear picture of the attack. There would be no room for political, moral or even military reasoning, "and in a drill-like atmosphere, the risk of inadvertent war due to false alarm, misperception, or miscalculation can only be heightened." Blair would eliminate the perceived need for the hair trigger by designing and implementing a command system which would survive and could be reconstituted after an attack. Such a system would bolster deterrence more ably than would the ability to fire quickly. While the creation of a survivable command would not be cheap, it is feasible.

Douglas Ross commented on Blair's paper and on his 1984 book, *Strategic Command and Control*. As far as the paper was concerned, he concurred with Blair's emphasis on the trade-off between maintaining negative and positive control and with his major conclusion that the risk of accidental war would be reduced by devising and deploying survivable command systems.

Ross believed, however, that Blair's assertion that the superpowers had emphasized threat at the expense of reassurance was an overstatement. He noted that this assertion contradicted Blair's doubt that the vulnerability of its command system would allow the United States to respond to an attack. The American capacity for "overkill" on a first strike does not guarantee it the capacity for retaliation. In addition to command system considerations, the US "threat" capacity had strategic shortcomings.

Ross suggested that Blair had not addressed the beliefs of many strategists. First was their concern that the Soviets want to develop the ability to make a pre-emptive strike in time of crisis. If the Soviet Union were attempting to achieve this strategists would not accept Blair's aim of a secure second-strike. Second, many conservatives wanted to have a secure counterforce capability. Blair's prescription would not allow for this objective. While Ross did not espouse these views himself, he believed that they must be dealt with in any effective political debate.

Ross also noted that having vulnerable command systems undermined the stability of the relationship between the superpowers. Furthermore, he felt that there was a lack of political awareness of how urgent this problem had become.

General Milstein described Soviet strategic policy. He noted that the Soviet Union had declared a policy of no-first-use and maintained that it did not entertain the possibility of a limited nuclear war. He rejected the view of conservative strategists, as described by Ross, that the Soviet Union was planning to achieve the capacity for launching a pre-emptive strike and argued that if military targets were attacked, civilians would also be affected. Milstein asserted that the deterioration in the relationship between the United States and the Soviet Union was extremely dangerous from a nuclear standpoint. He believed that addressing the political problems was a necessary pre-requisite to solving the military and technical problems of nuclear war. He also insisted that security could not be one-sided and that for one side to have nuclear superiority was destabilizing. He cited Gorbachev's proposal to remove nuclear weapons, in three stages, by the year 2000.

Marco Carnovale drew attention to the differences between the intercontinental strategic situation and that in Europe. He pointed out that there were several irreversible reasons why the European command system was uncontrollable, and he gave a European perspective on what he considered the shortcomings of Bruce Blair's argument for a survivable, secure, command system.

According to Carnovale the European nuclear strategic situation differs from the intercontinental situation in eight essential ways. First, the European defence system has several dual capable systems, in which most weapons can be used for both short-range and medium-range purposes, and dual-key systems, where it is difficult to determine which authority has the final say over launching, the host country or the United States. Second, command and control in Europe must inevitably be more decentralized than at the intercontinental level. Third, the level of complexity of European arsenals is necessarily high. Fourth, Europe's geographic proximity to the Soviet Union requires short reaction times. Fifth, the political and military goals of the allies frequently diverge, even in peacetime. Sixth, the European weapons systems are characterized by what Paul Bracken referred to as "uncontrollability", in his 1983 book *The Command and Control of Nuclear Forces*. While Bracken had argued that this

ambiguity afforded the system some deterrent value, Carnovale did not think that this was a good basis for deterrence. Seventh, the European system has a high degree of operational complexity because a multitude of actors play roles in its day-to-day management. The European defence system is also constantly evolving, and even if there were total agreement on objectives it would still be difficult to keep constant track of all aspects of the system. Eighth, for geographical reasons, European weapons are mainly concentrated in a small number of sites. Even when mobile, they are highly vulnerable to Soviet targetting.

He believed that there were four reasons why the European command and control system was basically uncontrollable. First, nuclear matters are difficult for experts, let alone relatively transient politicians, to understand, and this is compounded by the fact that European politicians have a high rate of turnover: Italy, for example, has had forty prime ministers since World War Two. Second, it would be impossible to foresee all of the contingencies which European command systems might have to face. Given their vulnerability and short reaction times, much would have to be left to spontaneously-devised solutions. Third, the collective control of forces by NATO creates problems. If each NATO member has a trigger, then no one finger is on the safety catch. Conversely, if even one country has a safety catch, then no one really controls the trigger. There is no middle way. Fourth, strategists must decide at what level to attack the Soviet command system. Current NATO policy does not call for attacking the Kremlin, but for attacking lower levels of Soviet command. This would cause a problem, for there is no perfect level at which to target the Soviet command system that would both impair military capability and still leave a leadership with which to negotiate. Administrative, physical and informational controls had been in place in Europe for forty years and had evolved to high levels of sophistication, but nonetheless the aforementioned problems still remained intractible.

While Bruce Blair had argued for a safe, survivable, flexible command system, with tight negative and positive control, Carnovale argued that, from a European perspective, this solution would not be satisfactory. He agreed that such a system was desirable in peacetime, but suggested that it was not so attractive during a crisis. He was concerned lest survivable command made nuclear war thinkable from an American perspective, because it would enable the United States to survive conventional or limited nuclear war in Europe.

Carnovale proposed as an alternative that NATO should publicly announce a threshold which, if it were passed by the Soviets, would release a countervalue strike. He advocated automating the system and eliminating conventional weapons. These measures, he argued, would put in place a system which would have catastrophic consequences if it were to fail, but which would be extremely unlikely to do so.

IV.

BEHAVIOUR IN CRISES: ACTING TO REDUCE THE RISK

Speakers on the fourth day of the conference examined the various strategies used by national actors in conflict and crisis situations, and attempted to assess which of these were most likely to lead to war, whether by inadvertence or miscalculation. A major focus of discussion was the extent to which the problem of accidental nuclear war could be meaningfully distinguished from the problem of war in general. There were presentations by Dr. Russell Leng, Dr. Martin Hellman, and Dr. Johan Niezing; the commentators were Dr. John Barrett and Mr. John Lamb.

Russell Leng's paper summarized a series of five studies on bargaining strategies between states in times of crisis. The way leaders behave in a crisis is salient to any discussion of accidental nuclear war, since many experts have postulated that accidental war would most likely occur during a crisis. These studies suggest that *realpolitik* considerations, or more simply, concern for power, prestige and a national reputation for resolve, seem to be the chief factors motivating leaders during crises. The findings also indicate that when national leaders take these *realpolitik* considerations to their logical extreme, and ignore similar motivation on the part of their adversaries, this may result in the undesired outcome, war. Leng was disturbed by the finding that leaders may respond more to the realist prescription to show resolve than to the equally important prescription to act with prudence.

Leng was both encouraged and concerned by how the superpowers had behaved in past crises. Both sides had been able to exercise prudence and restraint during the two Berlin crises. During the Cuban Missile Crisis, the United States at first employed a purely coercive bargaining strategy against the Soviets and then later precipitated the end of the crisis by applying a carrot-and-stick strategy. Soviet responses to the initial coercive tactics revealed the danger of utilising brinkmanship in crisis. Leng added that coercive tactics had become even riskier because of the shrinking gap between US and Soviet capabilities and in light of the finding that the loser in one dispute is likely to behave more belligerently in the next dispute with the same opponent. The findings suggested that world leaders are motivated both by a rational calculation of strategy and by factors such as pride and personal status. These latter considerations may explain why statesmen react strongly to overt threats from states of comparable power and why a loser endeavours to regain face.

Two observations combine to give cause for alarm, especially in confrontations between nuclear powers: first, leaders tend to show resolve rather than prudence; second, such an unrestrained demonstration of resolve can result in escalation of a crisis. In conflicts between nuclear powers both sides are somewhat restrained by their awareness of the dangers of brinkmanship but, paradoxically, each side is also aware of the restraints that the nuclear reality imposes upon the other. Thus, nuclear

adversaries may be tempted to "test" each other by using coercive tactics. This leads Leng to conclude that:

> Because these are also likely to be conflicts where there is a good deal of symmetry in usable military capabilities and, perhaps most important, motivation, such temptations could also too easily lead to a disastrous miscalculation, an accidental nuclear war caused by human error.

Johan Niezing's paper was concerned primarily with the methodology of determining risk. It centred on the argument that risk analysis could be a useful tool in clarifying the basic shortcomings of nuclear strategy, especially in the assessment of accidental nuclear war. Niezing defined risk as the product of chance and damage, and maintained that investigation of both these factors would enable peace researchers to argue more persuasively. He asserted that while risk analysis cannot allot precise values in complex areas such as accidental nuclear war, it can identify some tendencies which increase or decrease the element of risk and thus it can counteract intuitive arguments which unduly minimize chance. From this point of view, studies of the structure of accidental nuclear war are a necessary complement to traditional nuclear strategy. Such studies should focus on the lack of redundancy in command and control systems and on the increasing inadequacy of international procedures to prevent accidental nuclear war. Nuclear strategy would benefit from an assessment of the probable damage of nuclear war in general, and particularly from studies of indirect or non-military effects, such as nuclear winter.

Niezing pointed out that risk analysis of accidental nuclear war was likely to evoke opposition in the form of silence or scepticism. Researchers should anticipate such opposition and seek to address it. Niezing asserted that risk analysis must analyze not only risk itself, but also the pattern of *risk acceptance*. Some people are prepared to accept a high risk of nuclear war because they perceive that it offers "benefits." How these benefits are perceived will frequently be based on intuition or ideological assumptions. It is imperative that arguments against such views should not themselves be based on ideological assumptions, but should rather confine themselves to pointing out inconsistencies in the analysis and showing the ways in which such perceptions are arrived at. He suggested that the psychology of cognition might be relevant to such a study.

Cognitive theory shows that people block out information which they do not wish to take in, by various strategies ranging from ignoring to totally re-interpreting unpleasant information. "Hard" or "non-social" information, especially isolated facts, tend to be ignored, and complex sets of hard facts are trivialized by splitting them into isolated facts. "Soft" or "social" information can easily be transformed into less-threatening messages. These denials would not be so disturbing were it not for the fact that a failure to appreciate the importance of chance may cause great damage.

Risk assessments must be repeated frequently in order to uncover existing patterns of risk-acceptance. In doing this, attention should be paid to the ignoring of hard, non-social information; the fragmentation of complex situations of risk; the misleading reinterpretation of soft, social information; and the addition of new knowledge to the base of "hard" and "soft" information. Many individuals, especially policy-makers, have virtually ignored facts that contradict the "basis of nuclear strategy." For example, the electro-magnetic pulse from high-altitude nuclear detonations would probably cripple current US command, control and communications procedures during attack, and the phenomenon of nuclear winter could render irrelevant the concept of "limited" nuclear war.

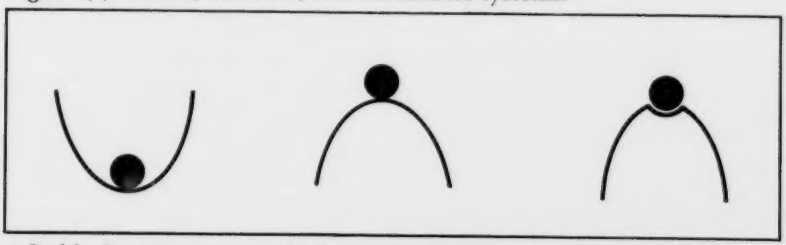
In summary, risk analysis will not produce a definitive assessment of the risk of accidental nuclear war, but it will allow peace researchers to give some estimate of its likelihood and the damage it would cause. Such an assessment may have a persuasive effect on those who would otherwise deny the magnitude of the risk.

Martin Hellman's paper modelled the inevitability of nuclear war under current circumstances. Central to his argument was the concept of stability:

> Stability has always been a critical consideration in the design of systems ranging from aircraft to national economies. But nowhere is stability more important than in the design of national defense systems in the nuclear age. Proponents of the MX and other counterforce weapons systems often justify their proposals by noting that deterrence in the form of Mutual Assured Destruction is unstable: even a small-scale Soviet attack would require an American response which would lead to all out nuclear war. Similarly, opponents of these same weapons systems point to a crisis instability engendered by a "use them or lose them" mentality.

Hellman noted that each argument had some merit but that the apparent paradox could be resolved only by differentiating between short- and long-term stability. Hellman introduced three figures representing physical models of stability:

Figure (I): Stable, unstable, and metastable systems.



a) Stable System b) Unstable System c) Metastable System

Figure Ia is used by physicists to denote a stable system. There is only one stable state of the system, which is modelled by the location of the ball at the bottom of the "potential well." By contrast, figure Ib denotes an unstable situation. That is, the ball will only stay on the top of the hill if it is perfectly centred and completely unperturbed.

The only figure of the three which adequately models the current stability of the world's nuclear system is the metastable figure Ic. "In the short-term deterrence is stable but in the long term it will surely fail. On our current path, nuclear war is inevitable."

Hellman used a probabilistic model to show that the ". . . many random events constantly perturbing the state of the world: coups, civil wars, natural disasters, regional wars, misinterpretations, C^3I false alarms, etc." would cumulatively lead to nuclear war. He drew an analogy between nuclear strategy and officers' roulette. On the first round your chances of surviving are good, but if you continue to fire the trigger round after round your chances of not hitting the chamber with the bullet are negligible.

He used the Cuban Missile Crisis as an example of how a single decision could destabilize the world's nuclear system. President Kennedy's advisors had recommended that the US military make a "surgical strike" to remove Soviet missiles from the Western Hemisphere, but later it was concluded by these same advisors that, far from correcting the problem, the strike would have led to a catastrophic world war. Such a strike would have been enough to dislodge a metastable ball from its perch. In closing, Hellman argued that the only way to move from a metastable to a stable world situation would be to abandon war because, by definition, a nuclear world could not be stable if war remained an accepted part of international relations.

John Lamb provided a critique of both Hellman's and Leng's papers. He began by noting that the conference had frequently returned to the proposition that the greatest risk of accidental nuclear war was posed by crises. The purpose of the present session, which was considering Leng, Niezing, and Hellman's papers, was to go further and relate crisis behaviour to the prospect of accidental nuclear war. Lamb disagreed with Hellman's analogy of nuclear strategy to officers' roulette. He argued that one could not ascribe equal weight to each disturbance in the state of the world, which was what he thought Hellman had done. Crises between nations are not analogous to turns in officers' roulette which in each case has the same set of circumstances and the same probability of leading to a catastrophe. He did not believe that the danger caused by crises was cumulative but thought that crises might be cyclical. Lamb did not believe that nuclear war was inevitable, but he did agree that the world situation was urgent and that new attitudes and institutions were needed to circumvent man's apparent need to resort to force in solving disagreements.

Lamb stated that Leng's paper had addressed the issue of crisis behaviour most directly, but he suggested that none of the papers had defined precisely the sort of crisis which would most likely lead to accidental nuclear war. Did the greater risk lie in a US-Soviet crisis in Europe or in a US surrogate-Soviet surrogate crisis? Were geographically limited crises inherently less dangerous than widespread ones? In what ways did particular kinds of crises interact with the contemporary command system?

Lamb's major conclusion was that crisis control and crisis prevention, as well as technical measures to enhance command systems and nuclear disarmament, should be dealt with in any study of accidental war. In this area smaller powers could also have a role. Talks on arms transfers should be rejuvenated, and talks on geographical hot spots where a superpower confrontation might arise should be regularized. Finally, Lamb thought it was an attractive idea to make crisis simulation available to top decision-makers.

John Barrett's presentation dealt with Leng and Niezing's papers. He began by admitting his interest in arms control and policy analysis as opposed to events data analysis, of the sort carried out by Leng. He wondered whether findings from historical data could be usefully extrapolated to the present and if US-Soviet nuclear parity would affect Leng's findings. He was particularly interested in Leng's finding that the use of threats as a bargaining strategy by comparably powerful states would result in war.

Barrett found Niezing's focus on perceptions to be fruitful. He thought there might possibly be differences in the cognitive apparatus employed by those holding different views of contemporary nuclear reality. The whole theory of deterrence is based on analyses of risk and cost/benefit, and these should be explicitly explored.

Barrett also appreciated Niezing's focus on perceptions, especially when applied toward presenting advice for disarmament in a palatable form. Here the symbolic as well as the military importance of weapons systems were significant. Arms control experts could offer more credible alternatives if they succeeded in exposing the adverse psychological effects of certain weapons systems quite apart from any questions about their military value. Barrett suggested that workers in the field of arms control would benefit from having many of the academic works presented at the conference translated into more practical terms.

V.

THE HUMAN FACTOR IN ACCIDENTAL WAR

The fifth and final day of the conference was devoted to a discussion of the role played by human error in creating a risk of accidental war. A central theme was the difficulty experienced by military and political institutions in weeding out substandard performers from positions of nuclear responsibility. A second theme was the problem of leadership performance in cases of extended deterrence.

Presentations were given by Dr. Bruce Russett and Mr. Paul Huth, Dr. Lloyd Dumas, Dr. Dean Babst, and Drs. Luc de Seguin and Michel Haag. The commentators were General Mikhail Milstein and Dr. Russell Leng.

Lloyd Dumas argued in his paper that human operators were an integral part of the nuclear military system and that they behaved in specific ways which introduced an element of unpredictability.

Individual components of the system can be tested fairly readily, but as they are combined into complex systems it becomes less and less feasible to test them under realistic operating conditions. We cannot start a nuclear war in order to make predictions about the system's reliability.

Dumas pointed out that the behavioural sciences are notoriously weak in their ability to predict; he used his own field, economics, as an example. Economics is supposed to be the study of the most rationally-driven of all human activities, yet economists have difficulty in predicting the behaviour of the economy. Thus, disciplines such as psychology and sociology, which deal with emotional as well as rational behaviour, are even less likely to make firm predictions. Yet it is they, rather than economics, which are most relevant to the behaviour of the human operators of nuclear weapons. No behavioural science has yet approached the natural sciences or engineering in its ability to make predictions.

Dumas outlined several aspects of the problem of human reliability in the nuclear military. He showed that alcoholism, drug addiction and mental illness were present among military personnel, described how working conditions could adversely affect the behaviour of employees, and gave details of the way in which hierarchy and bureaucracy could reduce human reliability. While he used mainly US examples, since Soviet examples were rarely available, he suggested that there was every reason to believe that Soviet problems were as bad, if not worse.

Because alcoholism, drug addiction and mental illness are widespread in the population as a whole, it is impossible to completely screen these problems out of a large organization such as the military. A 1982 US Department of Defense worldwide survey of drug and alcohol abuse among US military personnel estimated that:

1) 14% of military personnel were heavy drinkers of alcohol; 9% were alcohol dependent.
2) 18% of all military personnel experienced one or more "serious consequences of alcohol use" within the past 12 months (these include work impairment, physical damage, need for detoxification, etc.)
3) 42% of DoD personnel had used one or more drugs for nonmedical purposes.
4) 9% had used drugs other than marijuana in the past 30 days.

Applying these percentages to the total number of US armed forces personnel led to the conclusion that in 1982, 295,000 personnel were heavy drinkers, 190,000 alcohol dependent and approximately 190,000 monthly users of drugs other than marijuana.

Alcoholism is known to be a widespread problem in the Soviet Union and reported estimates of alcohol dependency in the Soviet military vary from 18 to 30 per cent, which would put them on a level comparable with their US counterparts. In addition, it seems likely that drug problems in the Soviet military have increased since the invasion of Afghanistan, for reasons similar to those which caused increased drug use in the US military during the Vietnam War. The Soviet troops are fighting against relatively popular Afghan guerrillas who are not directly attacking the Soviet Union. They are fighting a drawn-out war with ill-defined objectives, in a foreign country, which, like Vietnam, is an opium-producer.

Specific data exist showing the extent of human reliability problems in the US *nuclear* military. From 1975 to 1984, approximately 5100 people per year were removed from ongoing nuclear duties, and roughly two-thirds of these removals were for drug and alcohol abuse or psychological reasons.

Working conditions in the nuclear military entail stress, boredom and isolation which adversely affect normal human beings, let alone those with drug, alcohol or psychological problems. Workers are placed at electronic consoles or in silos for hours on end, or sent out to submerged submarines for months at a time. They are isolated from humanity at large, and trained to destroy it. Although they are constantly practising for destruction, they are never allowed to follow through. Each of these conditions produces stress.

The "dulling effects of routine" are dangerous when operators have to deal with situations which suddenly become critical. For example, during the Three-Mile Island nuclear power accident, operators continued their routine tasks in the face of unusual conditions. Moscow party chief Boris Yeltsin said that human error was the cause of the Chernobyl accident.

Social psychologist Irwin Altman, has observed laboratory simulations of isolation. Group isolation, especially on long missions, has been shown "to

produce performance-reducing stress, increased possessiveness, defense of space and objects . . . and a greater tendency to personal isolation." Overall, these findings reveal that social isolation can be detrimental to human reliability both on and off the job. This conclusion has been confirmed by at least one former member of the nuclear military.

A final source of stress is the "familiarity syndrome." The more accustomed to operating a system humans become, the less attention they tend to pay to ensuring that no serious problems arise. The January 1986 Challenger space shuttle accident, the April 1986 Titan 34D rocket explosion, and the April 1986 Delta rocket failure seem to have "shattered" the complacency that years of "normal" missions had created. These accidents, however, do not rule out future missions in the way that nuclear war would almost certainly rule out future nuclear wars.

The final dimension of human reliability dealt with by Dumas is the effect of bureaucracy. He finds the most serious problem here to be the transmission of valid information from the bottom operational levels of the military hierarchy to the top. The reluctance of subordinates to point out their own or their superiors' mistakes, personal beliefs, rigid world views and concepts of loyalty have been shown to weaken the transmission of accurate information to the top. In this way dangerous problems may go unrecognized.

In business it has been recognized that the reluctance to impart bad news to the top is a widespread problem.

> The consensus seems to be that there are basically two ways to handle this problem: create an organizational culture, an atmosphere of open communication and trust with informal channels of communication available; sharply reduce the degree of hierarchy in the organization.

Unfortunately, military organizational practices run counter to these sorts of reform. In addition to inhibiting upward communication, organizational barriers can also cause downward directives to be distorted, diverted or ignored:

> One spectacular example of this command and control problem with obvious relevance to the nuclear arms situation, played a key role in the Cuban Missile Crisis of 1962, probably the closest the world has yet come to intentionally initiated full-scale nuclear war. At that time Soviet Premier Nikita S. Krushchev offered to withdraw the Russian missiles from Cuba if, among other things, the United States removed its nuclear-tipped missiles from Turkey. According to Attorney General Robert F. Kennedy, the President had asked the State Department to reach an agreement with Turkey "on several occasions" over the preceding 18 months, to withdraw the US Jupiter missiles from its territory. Apparently, on the last of these occasions (summer

> 1962) the President was told by the State Department that it was unwise to press the matter, but he disagreed and told them that he wanted the missiles removed. In Robert Kennedy's words, "the President believed that he was President and that, his wishes having been made clear, they would be followed and the missiles removed . . . The State Department representatives discussed it again with the Turks and, finding they still objected, did not pursue the matter. And so the international situation was seriously aggravated at a crucially dangerous point in human history, not by a conspiratorial plot, not by a mentally-deranged or drug-addicted military officer, not even by stress, monotony, or familiarity-induced failure of vigilance, but simply by bureaucratic inertia.

As far as Dumas was concerned, no aspect of the human reliability problem can ever be fully eliminated: "We cannot circumvent this dilemma by turning control over to machines, by somehow automating the human element out of the nuclear forces. For who designs machines and who will build them?" This being the case, he argued that we should exercise two other aspects of our humanity, namely, our wisdom and our instinct for survival, in order to recognize that ". . . the only effective military strategy for increasing national security is general nuclear disarmament."

Paul Huth and Bruce Russett's paper reported their research on sixty cases of "extended deterrence" which had occurred in the international system since 1880. Deterrence was defined, in this instance, as one nation threatening the use of force to prevent the first use of force by another nation. "Extended deterrence", on the other hand, meant to prevent an attack on another party such as an ally, client state, or friendly neutral. These cases of extended deterrence were analyzed statistically, in order to determine the circumstances under which deterrence was likely to succeed and the circumstances under which, if it failed, the crisis was likely to escalate to full-scale war.

The study examined four factors which affected the success of deterrence. First, deterrence tended to be successful in cases where the immediate balance of forces favoured the defender. This suggested that the attacker was probably dissuaded if there seemed little chance of being able to accomplish a quick *fait accompli*. However, the long-term balance of forces, which might ensure a defender's ability to prevail in a war of attrition, was not relevant, nor was a defender's possession or non-possession of nuclear weapons. Second, ties between the defender state and its protégé (for example, geographic proximity, alliance, military sales and assistance, and trade) seemed on the whole to be irrelevant, though military ties were of some importance before actual interstate bargaining began. Third, firm-but-fair and tit-for-tat diplomatic military behaviour was associated with successful deterrence, while either disproportionately bellicose or disproportionately concessionary behaviour were not. Fourth, clear-cut victory or defeat in previous encounters seemed to embolden

attackers to defy the next deterrent threat, whereas previous stalemates did not.

The study also examined how crises were resolved once deterrence had failed and the attacker pressed ahead. The crisis was more likely to escalate to war, and the defender more likely to fight, to the extent that (1) the defender was geographically close to the protégé and was its ally, (2) the short-term (and to some extent the long-term) military balance was in its favour and (3) it had previously followed a firm-but-fair diplomatic strategy.

Huth and Russett argued that various elements, including the balance of power, crisis behaviour and a state's reputation, all affect the success of deterrence and whether or not crises escalate to war. They asserted that avoiding war was not simply a matter of possessing great relative strength or behaving in a tough, inflexible manner.

They also discussed some differences between the first and second phase, and their impression that the variables which affected the attacker's decision to press ahead in the first phase seemed to have less influence on the defender's decision to fight once deterrence had failed. However, this did not necessarily mean that the attacker was generally wrong in its judgement of the defender; in some instances, the attacker might have inferred from those variables that the defender was likely to fight, and backed off. First, the firm-but-fair strategy is associated both with successful deterrence and with escalation to war in a crisis. This suggests that attackers who ignore firm and fair threats are likely to provoke a response. Second, long-term military balance of power is much more important to the second phase suggesting that whereas an attacker may press ahead looking forward to a *fait accompli*, it may be met with a defender capable and willing to sustain a long war. Third, the relatively greater role of alliance and geographical proximity in the second phase suggests that, while the attacker may pay little attention to the fact that the defender has both a material investment and its reputation at stake in its protégé, these factors can motivate the defender to fight back, resulting in escalation to war. Interestingly enough, the defender's possession or non-possession of nuclear weapons seems irrelevant and does not affect either the decision of an attacker to defy deterrence or that of a defender to resist attack.

To sum up, Huth and Russett's paper showed the influences which affect the development or non-development of crises after the employment of extended deterrence. Since contemporary major power confrontations are frequently fought through surrogates, this study was important in providing some insight into the probable setting of accidental nuclear war.

General Milstein commented on the papers presented by Russett, Huth and Dumas.

Concerning Russett and Huth's paper, Milstein argued that one should be careful in making extrapolations from conventional to nuclear conflicts. He believed that "deterrence" had not developed a strategic meaning before the advent of nuclear weapons, and noted that it would be impossible to give examples of cases in which the onset of nuclear war provided a test of the effectiveness of deterrence. He also suggested that a crucial element in extended deterrence was whether or not it was requested by the protégé; some cases of extended deterrence might be part of an imperialistic plan.

Milstein categorically denied Dumas' assertion that there was any drug or alcohol problem in the Soviet nuclear strategic forces, though he could not make any such statement on the Soviet forces in general. He observed that many of the working conditions in the nuclear forces, such as secrecy and isolation, were found in other parts of the service.

He agreed with Dumas that the only way to avoid nuclear war is to abandon nuclear weapons, and repeated his citation of Gorbachev's proposal to rid the world of nuclear weapons in three stages, by the year 2000. He concluded that no matter how much command systems are improved, no matter how well nuclear force personnel are screened, or how well leaders are educated, as long as there are nuclear weapons there is a danger of nuclear war.

Russell Leng also provided a critique of Dumas' and Russett and Huth's papers. He believed that Dumas' work, while important, was still at the stage of forming hypotheses, and observed that Dumas based his conclusions on anecdotes rather than on a systematic statistical overview. This first stage of research would have to be fully completed before empirical research could go on to a second, statistical stage.

Leng-observed that Dumas' opinions converged with those of other researchers. He noted that Dumas' conference paper, the Russett/Huth paper and the work of some social psychologists all indicated that a firm-but-fair bargaining strategy is the best way to avoid war. Neither bullying nor appeasement are as effective. In addition, finding that the loser in one crisis is likely to be belligerent in the next crisis is particularly applicable to chronic crises such as those between India and Pakistan, Israel and Egypt, or the United States and the Soviet Union. This finding suggests that leaders get a progressively stronger message that they must play tough. Using different methods and analyzing different cases, researchers have come to markedly similar conclusions. Leng found statistical analyses exciting because they lead to similar conclusions even though they lack the spontaneous appeal of anecdotal works.

The presentation by Haag and de Seguin focussed on the French experience with nuclear weapons, and attempted to use that experience to illustrate some general points with regard to the command and control of nuclear forces. They began by pointing out that the problem of nuclear

accidents is not confined to that of general war; there are also several other sorts of accidents to be considered.

First, there is the significant risk of an accident involving a single nuclear weapon. This danger is not without significance in the French case, because of the large number of accidents which have occurred involving French nuclear-capable aircraft and missiles. This is not a specifically French problem; there is some evidence that the newly-deployed American Pershing II and cruise missiles are far from completely reliable.

Second, there is the risk of an accident in the stockpiling process. We have no data concerning this risk, but we do know that weapons-grade plutonium stockpiles are subject to inventory "shrinkage", indicating a danger at this stage as well, since the whereabouts of what is unaccounted for is unclear.

Third, there are the risks involved in the actual manufacture of weapons-grade plutonium itself, especially at the fast-breeder reactor at Malville. It is well known that such reactors are much more dangerous than ordinary pressurized light water reactors.

The French experience also revealed a risk not yet discussed at this conference – the possibility that civil conflict might result in the illicit seizure of nuclear weapons by a rebel group. During the "Generals' Revolt" of 1961 some of the rebel forces apparently attempted to seize a nuclear weapon which was being readied for testing in the Sahara. To forestall this, the weapon was detonated prematurely.

A further problem for France is that of control. The French command system is totally centralized; only the personal order of the President of the Republic can release the "force de frappe." But in any conceivable scenario, the President would have less than ten minutes to decide whether to give the order. To counter with the hollow boast that the President has "nerves of steel" is to fly in the face of everything we know about human psychology. The French nuclear doctrine is that of *presidential infallibility,* analogous to the doctrine of papal infallibility, except that in our case "God" is the H-bomb.

Dean Babst's paper recommended the creation of accidental war assessment centres around the world to be funded in a way commensurate with the degree of the peril. He asserted that non-nuclear nations could contribute to the world's arms reduction efforts by publicizing their own studies on accidental nuclear war. He noted in particular that computerized analytical models are good tools for assessing the dangers of accidental nuclear war. They can anticipate dangers, provide quick answers and build increasingly sophisticated scenarios; and they cost relatively little.

A first step in fostering assessment centers has been the creation of the Accidental War Information Exchange by the Nuclear Age Peace Foun-

dation in California and the Richardson Institute of the University of Lancaster in England. The Exchange would act as a co-ordinating service, build on existing information centres and encourage the release of information. Accidental war research would supplement, not supplant, other efforts to reduce and eliminate nuclear weapons.

VI.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The conference participants agreed unanimously that the week's deliberations had provided a valuable forum for an exchange of views and information. As someone put it, the problem of accidental nuclear war reminds one of the parable of the four blind men and the elephant. The computer scientist, the strategist and the social scientist, the European, the Russian and the North American, each see the problem through the prisms of their various disciplinary and national perspectives. Bringing the different viewpoints together was not only instructive, but generated an unexpected convergence of ideas. Two examples of this are noteworthy.

First, it was clear that there was considerable agreement between the mathematicians and computer scientists on the one hand, and the strategists on the other, that the reduced warning times arising from the deployment of short-flight time weapons systems had had a severe impact on the ability of the command system to cope with false alarms. Three streams of research – one based on mathematical modelling, a second founded on the known limits of computers and artificial intelligence systems in duplicating human reasoning, and a third grounded in a detailed examination of the command systems and nuclear alert procedures – resulted in very similar conclusions.

Second, there was also a great deal of convergence concerning the type of national behaviour that was most likely to avert the risk of inadvertent war. A "firm-but-fair" (or "tit-for-tat") strategy, combining firmness with conciliation, appeared to be the most efficacious in avoiding crises. Once a crisis had developed, however, threats were found to be dysfunctional in avoiding escalation to war. These conclusions were buttressed by three different sets of research findings: by the Russett/Huth studies of extended deterrence, the Leng studies of crisis behaviour, and Rapoport's research into the computer simulation of conflict behaviour.

But agreement at the conference extended well beyond specific research findings and conclusions. Believing the danger of accidental war to be critical, the conference participants drafted a statement in which they sought to voice their concerns. They unanimously concluded that

> the danger of accidental nuclear war is substantial and increasing for the following reasons among others:
> 1. deteriorating global political relations coupled with lack of real progress in disarmament and arms control, and the high frequency of international crises;
> 2. escalation of the arms race leading to the development and deployment of destabilizing weapons systems and technologies;

3. increasingly complex and unmanageable command and control systems with reduced warning times demanding decisions and actions on a time scale exceeding human capabilities;
4. increasing reliance on automated decision-making systems leading to a greater likelihood of catastrophic error. Measures must be taken to halt this drift toward unparalleled catastrophe.

The statement goes on to assert that a number of steps can be taken to avert the danger, but cautions that "purely technological measures will not eliminate the risk."

There was insufficient time to forge a consensus concerning specific policy measures, and many felt that such an effort was inappropriate without the participation of officials responsible for policy implementation. However, a number of participants did make general recommendations which met with considerable agreement.

One recommendation (made most forcefully by Leonard and Sennott) was that both superpowers should eliminate or prevent the deployment of weapons systems which have the effect of increasing the load on warning systems. Deemed to be especially dangerous were short flight-time systems, such as Pershing II missiles and SLBMs, deployed in the opponent's coastal waters. ASAT systems also fall into this category, as their use would cripple each side's ability to resolve false alarms quickly.

A second recommendation, emphasized by Blair, was the need for command systems which could survive a nuclear exchange. The achievement of such a survivable command capability would remove the danger of decapitation, thus reducing the incentive to adopt a policy of launch-on-tactical-warning in time of crisis.

A third recommendation, strongly endorsed by both the strategists and computer scientists at the conference, warned against the increasing reliance on automated decision-making in nuclear command systems. Fallible and uncertain as human behaviour often is, the use of automated systems in the unpredictable circumstances of a severe crisis would inevitably result in a still greater likelihood of failure and more uncertainties, and thus a greater risk of unintentional war.

A fourth recommendation, made by Crissey, called for additional unclassified data on false alarms and warning system failures to be made available to researchers. Until recently, a considerable amount of data had been made available, but in the last two years or so there had been new attempts to restrict access to this information. This policy change severely inhibits a thorough scientific examination of the problem.

A final recommendation called for the creation of some institutional mechanism to engage in an ongoing study of the risk of war by accident. A

specific proposal to this effect was put forward by Babst, who suggested the formation of accidental war assessment centres in different nations around the world. Others proposed that new studies be funded, and that a follow-up conference be held with the specific aim of bringing the issues discussed at the conference to the attention of the officials directly responsible for policy in these areas.

APPENDIX: LIST OF SPEAKERS AND PARTICIPANTS

Dean BABST	Chairman, the Accidental Nuclear War Project, the Nuclear Age Peace Foundation.
John BARRETT	Research associate, the Canadian Centre for Arms Control and Disarmament.
Bruce BLAIR	Research associate, the Brookings Institution; former member, US Department of Defense Task Force on Nuclear Command and Control
Marco CARNOVALE	Graduate student in Political Science, M.I.T.
Brian CRISSEY	Head, Department of Computing Science, Linfield College, Oregon.
Lloyd DUMAS	Professor of Political Economy, the University of Texas at Dallas.
Daniel FREI	Professor of Political Science, the University of Zurich; author of the United Nations' Report on the Risks of Accidental War.
Luc de SEGUIN	Paris physician who has researched French nuclear accidents.
Michel HAAG	Paris physician who has researched French nuclear accidents.
Martin HELLMAN	Professor of Electrical Engineering, Stanford; known for work in cryptography and military information systems.
Paul HUTH	Graduate student, Political Science, Yale.
Fred KNELMAN	Former director of the Science and Technology Program at Concordia University; author of *Reagan, God and the Bomb.*
John LAMB	Executive Director, the Canadian Centre for Arms Control and Disarmament.
Russell LENG	Professor of Political Science and former Dean of Arts, Middlebury College, Vermont; specialist in international crisis behaviour.

Barbara LEONARD	New Zealand computer professional; General Secretary of Computer People Against Nuclear War.
Colonel-General Mikhail MILSTEIN	Retired officer attached to the Institute for the Study of the US and Canada, Moscow.
Johan NIEZING	Director, the Institute of Polemology, the Free University of Brussels; author of several works on nuclear accidents.
Severo ORNSTEIN	President, Computer Professionals for Social Responsibility, Palo Alto, California.
Anatol RAPOPORT	Professor of Peace Studies, the University of Toronto; past President of Science for Peace.
Douglas ROSS	Associate Professor of Political Science, the University of British Columbia.
Bruce RUSSETT	Dean Acheson Professor of International Relations, Yale University; editor of the *Journal of Conflict Resolution.*
Linn SENNOTT	Professor of Mathematics, Illinois State University; author of articles on the mathematical modelling of nuclear control and system failure.
Henry THOMPSON	Lecturer in the Artificial Intelligence Programme, University of Edinburgh.
Joseph WEIZENBAUM	Professor of Computer Science, M.I.T.; a pioneer in the field of artificial intelligence; author of *Computer Power and Human Reason.*

CONFERENCE CHAIRMAN

Michael WALLACE	Professor of Political Science, University of British Columbia.

CONFERENCE CO-ORDINATOR

Debbie MCCLELLAND	United Nations Association of Canada, Vancouver Branch.

CONFERENCE ASSISTANT

Kim ARNOTT	Political Science student, University of British Columbia.

The Canadian Institute for International Peace and Security

Board of Directors

William Barton,
Chairman
Norman Alcock
Christoph Bertram
George Bell
Lise Bissonnette
David Braide
Harriet Critchley
Kalevi Holsti
Richard Mercier
Geoffrey Pearson,
Executive Director
John Sigler
Brian Urquhart
Jean Guy Vaillencourt
Paul Warnke
Lois Wilson
Gerald Wright

Rapport

Numéro 3

Rapport sur la conférence
intitulée

Les risques de guerre nucléaire accidentelle

par
Andrea Demchuk

Compte rendu de la Conférence
sur
les risques de guerre nucléaire accidentelle

Vancouver, du 26 au 30 mai 1986

87-03101/

Le Parlement canadien adoptait le 15 août 1984 une loi portant création de l'Institut canadien pour la paix et la sécurité internationales.

L'Institut a pour mission "d'accroître la connaissance et la compréhension des questions relatives à la paix et à la sécurité internationales d'un point de vue canadien, particulièrement en matière de limitation des armements, de désarmement, de défense et de solution des conflits". Un élément important de ce mandat est d'encourager un débat public sur ces questions. En conséquence, l'Institut peut soit participer à des réunions sur ces sujets, soit en prendre lui-même l'initiative, soit décider de publier des rapports sur l'un ou l'autre de ces rassemblements.

Les points de vue exprimés dans le présent rapport ne représentent pas nécessairement ceux de l'Institut.

Pour obtenir de plus amples informations sur l'Institut, ou se procurer l'une ou l'autre de ses publications, prière d'écrire à :

L'Institut canadien pour la paix et la sécurité internationales
307, rue Gilmour
Ottawa, Ontario K2P 0P7

Available in English

Préface

La loi canadienne par laquelle l'Institut a été créé stipule que l'une de ses missions consiste à "encourager des débats publics sur les questions relatives à la paix et à la sécurité internationales". Afin de réaliser cet objectif, l'Institut cherche notamment à jouer un rôle actif dans le cadre de conférences portant sur ces thèmes. Il assiste à de telles conférences, aide financièrement à les organiser et, à l'occasion, il en organise lui-même et rédige le compte rendu des délibérations.

Le présent document est le troisième rapport de ce genre; il résume les débats ayant eu lieu dans le cadre de la Conférence sur les risques de guerre nucléaire accidentelle qui s'est tenue à l'Université de la Colombie-Britannique en mai 1986. La Conférence a suscité beaucoup d'intérêt, et des spécialistes exerçant des disciplines variées et venus de plusieurs pays, y compris les États-Unis et l'Union soviétique, y ont assisté.

Tout comme les deux premiers rapports de la série intitulés respectivement *Négociations pour la paix en Amérique centrale* et *La dissuasion remise en question*, ce troisième compte rendu aborde des problèmes qui préoccupent énormément de nombreux Canadiens et Canadiennes. Nous espérons donc qu'il sera utile non seulement à ceux et celles qui ont assisté à la conférence, mais aussi au public plus large qui s'inquiète des dangers dont il a été question pendant la conférence.

Geoffrey Pearson

Geoffrey Pearson
Directeur général

Les risques de guerre nucléaire accidentelle

Un rapport établi
par
Andrea Demchuk

Compte rendu de la Conférence
sur les risques
de guerre nucléaire accidentelle
Vancouver, du 26 au 30 mai 1986

Traduction par Sogestran

TABLE DES MATIÈRES

Condensé	**1**
Introduction	**3**
I. L'évaluation quantitative du risque	**5**
II. L'automatisation des systèmes de commandement : problèmes et risques	**12**
III. Commandement et contrôle des systèmes nucléaires : objectifs et rendement	**19**
IV. Les comportements en temps de crise : comment réduire le risque ?	**24**
V. Le facteur humain dans la guerre accidentelle	**30**
VI. Conclusions et recommandations	**39**
Annexe : Liste des conférenciers et participants	**42**

CONDENSÉ

Récemment, les risques de guerre nucléaire accidentelle ont attiré l'attention du public. Les deux superpuissances ont discuté ensemble des moyens à prendre pour réduire le risque de guerre par suite d'une erreur de calcul, et des membres du Congrès américain ont présenté des projets de loi recommandant de créer des centres conjoints de gestion des crises. Un certain nombre d'articles parus dans les journaux et les magazines ont montré que le risque de guerre par inadvertance est grand et qu'il s'accroît d'année en année.

Les chercheurs essaient d'analyser et de quantifier ce danger. Quelle est l'ampleur du risque ? Est-ce qu'il va croissant ? Quels facteurs contribuent à accroître le risque et comment peut-on le réduire ? On a employé diverses méthodes dans le cadre de l'étude, y compris l'élaboration de modèles des systèmes d'alerte et de réaction et des analyses statistiques sur des crises internationales du passé. La conférence a rassemblé des représentants de diverses disciplines employant des outils de recherche différents, de façon qu'ils puissent échanger des données, en arriver à un consensus au sujet de la gravité de ce risque et trouver des moyens de le réduire. La discussion a abordé cinq grands thèmes : les modèles, les programmes informatiques, les systèmes de commandement et de contrôle, les comportements en temps de crise, et le rôle de l'erreur humaine. Les modèles mathématiques présentés ont varié entre eux par les hypothèses de base et par les méthodes proposées pour manipuler les paramètres clefs, mais dans l'ensemble, ils ont tous débouché sur les mêmes conclusions. Les auteurs des modèles ont fait valoir que le risque d'un lancement accidentel d'engins nucléaires attribuable à une fausse alerte non éclaircie va en augmentant, surtout depuis le déploiement de systèmes d'armes très près des frontières ou des côtes des deux blocs antagonistes; vu les courtes périodes de vol des engins, les autorités auraient très peu de temps pour établir s'il s'agit oui ou non d'une fausse alerte. Les participants ont convenu de recommander que les puissances nucléaires conviennent de retirer les engins nucléaires dont la mise en place a raccourci les délais de décision.

Les courts délais d'alerte vont de pair avec les inquiétudes concernant la faillibilité des programmes informatiques et la vulnérabilité des systèmes de commandement et de contrôle. Vu le peu de temps dont on disposerait pour prendre les décisions, on est enclin à automatiser les dispositifs d'alerte et de lancement. Par ailleurs, à cause de la vulnérabilité des centres de commandement, les stratèges militaires se soucient en premier lieu d'éjecter rapidement les missiles hors de leurs silos tandis que les réseaux de communications fonctionnent encore. Les participants à la conférence ont recommandé de rendre les systèmes C^{3}I (Commandement, contrôle, communications et information) plus "surviables" et ils ont enjoint les planificateurs et les décideurs de résister à la tentation d'instaurer un dispositif automatisé de lancement sur alerte en cas de crise.

Pendant les deux derniers jours de la conférence, les participants ont examiné les effets de l'erreur et des comportements humains sur le risque de guerre nucléaire accidentelle. Une telle guerre éclaterait non pas parce que l'un des deux blocs aurait pensé gagner quoi que ce soit en déclenchant une attaque nucléaire, mais plutôt parce que la crise se serait inexorablement amplifiée par suite de malentendus et d'erreurs de jugement et à cause de piètres efforts diplomatiques et d'un manque de retenue militaire.

INTRODUCTION

Une conférence internationale sur la possibilité qu'une guerre nucléaire éclate par accident s'est tenue du 26 au 30 mai 1986, dans la chapelle de l'École de théologie de l'Université de la Colombie-Britannique, à Vancouver. Elle avait été organisée par le mouvement *Science for Peace*, la Division de Vancouver de l'Association canadienne pour les Nations-Unies, et le Comité de la recherche sur la paix qui relève de l'Association internationale des sciences politiques. L'Institut canadien pour la paix et la sécurité internationales, le Fonds du désarmement (ministère des Affaires extérieures), la Fondation Gordon et le mouvement *Science for Peace* ont fourni des fonds pour l'organisation de la conférence. Les doyens des facultés des Arts et des Sciences de l'Université de la Colombie-Britannique, le Centre de l'éducation permanente, l'École de théologie de Vancouver et la Division de Vancouver de l'Association canadienne pour les Nations-Unies ont par ailleurs contribué à la réalisation du projet. Vingt-quatre orateurs ont pris la parole; le lecteur trouvera en annexe la liste de leurs noms, de leurs titres et des organismes et institutions auxquels ils appartiennent. De plus, trente-deux universitaires, membres des professions libérales et représentants de groupes oeuvrant pour la paix se sont inscrits à toutes les activités de la semaine, tandis que de nombreuses autres personnes ont assisté à au moins une séance publique.

Historique et motif de la Conférence

Depuis un certain nombre d'années, on craint de plus en plus dans les milieux universitaires et parmi les décideurs qu'un conflit nucléaire stratégique soit déclenché par inadvertance ou accident, ou encore parce qu'un des deux camps aura cru à tort qu'un attaque ennemie était sur le point d'être lancée ou avait déjà commencé. Cette angoisse découle de trois grandes réalités.

D'abord, un nombre croissant de stratèges militaires se sont mis à craindre que le déploiement de nouveaux systèmes d'armes stratégiques et tactiques et les changements qu'ils entraîneraient dans la doctrine stratégique et les directives opérationnelles aient des effets extrêmement déstabilisateurs. Vu la courte période de vol des nouveaux engins nucléaires à portée intermédiaire (INF) et des missiles balistiques lancés depuis des sousmarins occupant des positions avancées (SLBM), les centres de commandement et de contrôle des deux camps risquent désormais davantage d'être "décapités"; dès lors, les autorités nationales disposeraient d'autant moins de temps pour prendre des décisions en cas de crise. Face à une telle évolution des choses, les deux blocs auraient pu adopté des positions stratégiques et des modes de fonctionnement qui prescriraient à toutes fins utiles un "lancement sur alerte"* en cas de crise.

* Comment définir ce qu'est un "lancement sur alerte" ? C'est là un sujet suscitant actuellement de nombreuses controverses.

Autre source d'angoisse, les informaticiens s'inquiètent face à la tendance croissante à automatiser le processus décisionnel dans les systèmes de commandement et de contrôle de l'arsenal nucléaire. Une telle automatisation, dont on a mis les rouages en place à cause des temps d'alerte réduits, risque de provoquer des erreurs et des défaillances plus fréquentes dans les systèmes de commandement et de contrôle et d'amoindrir la capacité de vérifier et de corriger ces erreurs tout en conservant le contrôle opérationnel.

Plusieurs groupes de pression ont attiré l'attention du public sur un troisième motif d'angoisse en diffusant des données jusqu'ici confidentielles sur les erreurs et les fausses alertes qui s'étaient produites dans le système américain d'alerte stratégique. Ces données montrent que les fausses alertes (dont certaines ont été assez graves) sont beaucoup plus communes qu'on le croit généralement; par ailleurs, leur nombre semble être à la hausse. Fait encore plus inquiétant, lorsqu'on examine de près les circonstances ayant abouti à des fausses alertes graves, on constate que l'automatisation croissante des systèmes de commandement et de contrôle est à l'origine de défaillances et de fausses alertes de plus en plus fréquentes et variées.

Devant une telle conjoncture, des experts de nombreuses disciplines et de divers pays se sont mis à étudier dans quelle mesure une guerre nucléaire risque d'éclater par accident. Ce risque est-il encore infinitésimal (comme les autorités voudraient nous le faire croire), ou a-t-il atteint une ampleur alarmante en raison des facteurs énumérés plus haut ? Quelles que soient les probabilités, semblent-ils conclure, le risque a augmenté considérablement, mais nous ne possédons ni les données, ni les méthodes, ni les instruments conceptuels pour l'évaluer avec précision.

Face à cette situation, on a pensé qu'il fallait organiser une conférence internationale et interdisciplinaire pour échanger de l'information et des réflexions sur l'éventualité d'une guerre nucléaire accidentelle, et l'on a donc formé un comité à cette fin; ce dernier comprenait des représentants des organismes commanditaires et des experts menant des recherches dans le domaine.

I.

ÉVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Les délibérations de la première journée ont été consacrées à la présentation et à l'évaluation de plusieurs modèles mathématiques sur la possibilité d'une guerre nucléaire accidentelle, et à un échange général sur l'utilité d'une analyse quantitative du risque, dans un tel contexte. Les exposés ont été faits par Mme Barbara Leonard, Mme Linn Sennott, M. Brian Crissey et M. Daniel Frei; le commentateur était M. Anatol Rapoport.

Mme Barbara Leonard a présenté un modèle mathématique de la guerre nucléaire par inadvertance, qu'elle avait mis au point avec M. Bill Rosenberg. Les équations du modèle simulent ce qui se passerait si une directive autorisant *de facto* un "lancement sur alerte" était en vigueur pendant une alerte en temps de crise. Comme point de départ, le modèle pose l'hypothèse que, si une alerte impossible à désamorcer se produisait tandis que tout le système était au stade du lancement sur alerte, une guerre éclaterait.

Selon le modèle, la probabilité pour qu'une alerte impossible à désamorcer survienne pendant une crise dépend de l'interaction de quatre variables : (1) le nombre de jours par année où le système est *de facto* au stade du lancement sur alerte; (2) le temps dont les autorités disposent pour prendre une décision; (3) le nombre de fausses alertes se produisant par année; et (4) le temps qu'il faut pour éclaircir la situation en cas de fausse alerte. S'inspirant de données américaines non confidentielles pour estimer ces variables, Mme Leonard et M. Rosenberg ont formulé cinq prédictions clefs. D'abord, en supposant le taux actuel d'augmentation du nombre de fausses alertes, un temps de décision de 7 minutes et un petit nombre de jours de crise par année, il y a de fortes chances pour qu'une guerre nucléaire accidentelle éclate au cours des dix prochaines années. En deuxième lieu, si l'on dispose en moyenne d'au plus 3 minutes pour éclaircir la situation en cas de fausse alerte, il y a 95 p. 100 des chances pour qu'une guerre nucléaire par inadvertance se produise d'ici 6 ans. Troisièmement, si le délai moyen pour résoudre pareille énigme est de 2 minutes et qu'il y ait aussi peu que 5 jours de crise par année, il y a tout de même une chance sur deux pour qu'un affrontement nucléaire fortuit ait lieu d'ici 11 ans. Quatrièmement, même si l'on suppose qu'une alerte dont la nature n'est pas vérifiée n'entraînera pas le lancement d'armes nucléaires sans qu'une confirmation ait eu lieu, il y a une chance sur deux pour qu'une guerre atomique accidentelle se produise malgré tout dans les 16 prochaines années. La cinquième prédiction, qui est aussi la plus vitale, est que la probabilité d'une telle guerre dépend énormément du temps dont les autorités disposent pour prendre leurs décisions. Si ce délai est réduit à une minute, une guerre nucléaire par inadvertance pourrait se produire d'ici un an. Si le délai passe à trois et à quatre minutes, une telle éventualité est possible d'ici 3 et 14 ans respectivement.

Dans son exposé, M^me^ Linn Sennott a décrit deux modèles, dont l'un supposait des alertes concomitantes, et l'autre, le double constat des événements. Ces deux modèles se fondent sur un modèle antérieur que Wallace, Crissey et Sennott avaient mis au point et qui avait été publié dans le *Journal of Peace Research*. Chacun d'eux prend en compte des caractéristiques clefs du Réseau d'alerte lointaine du NORAD.

Le modèle sur les alertes concomitantes repose sur l'hypothèse qu'un missile serait lancé si une deuxième fausse alerte avait lieu avant qu'on ait pu éclaircir la première. Le modèle calcule la probabilité pour qu'une telle juxtaposition des faits se produise, pendant une période donnée, en fonction de trois variables :

a) la fréquence moyenne des fausses alertes;
b) le temps qu'on prend en moyenne pour éclaircir une fausse alerte;
c) la période considérée.

D'après le modèle, le temps qui s'écoulerait en moyenne jusqu'à ce qu'une concomitance mortelle de fausses alertes ait lieu est inversement proportionnel au carré de la fréquence des fausses alertes. En d'autres termes, si la fréquence des fausses alertes double, le temps s'écoulant en moyenne avant qu'il y ait concomitance d'alertes est divisé par quatre. En supposant qu'il faille 3,5 minutes pour désamorcer une fausse alerte et qu'il y ait 100 fausses alertes par année, il y aurait 6,4 p. 100 des chances pour que des alertes concomitantes se produisent pendant l'année en question. Cette probabilité passerait à 23,4 et à 45,1 p. 100 si l'on doublait ou triplait respectivement le nombre de fausses alertes. (Ce sont là des chiffres beaucoup plus élevés que ceux fournis par le Département américain de la Défense.

Dans son second modèle, M^me^ Sennott examine l'hypothèse fondamentale formulée par les militaires selon lesquels les fausses alertes ne sont pas aussi dangereuses qu'on pense à cause de la directive du double constat des événements selon laquelle si de l'information obtenue grâce à des capteurs d'une catégorie donnée (des satellites à détecteurs infrarouges, par exemple) annonce une attaque imminente, il faut la confirmer en recourant à des dispositifs d'une autre catégorie (des radars, par exemple), et inversement. Le modèle de Sennott évalue la thèse voulant que cette forme de redondance réduirait considérablement la possibilité qu'une fausse alerte (attaque par missiles) soit confirmée à tort. Il montre que, si dans chaque domaine (satellites, radars) il y a 200 fausses alertes par année, la période moyenne s'écoulant jusqu'à ce qu'une alerte soit déclenchée simultanément dans les deux systèmes est inférieure à quatre ans. (Il convient de souligner ici que, plus tard au cours de la Conférence, Bruce Blair a soutenu que la doctrine du double constat des événements a parfois recours à ce qu'il appelle "l'alerte stratégique" – information obtenue auprès de sources politiques indépendantes ou de services de renseignement autonomes et annonçant une attaque imminente.)

M^me^ Sennott a conclu que les moyens technologiques ne permettent pas de protéger parfaitement les systèmes de commandement, de contrôle et de communications et qu'il *n'est pas* possible d'éliminer toutes les erreurs de détection. En cherchant à éliminer le plus d'erreurs de détection possible, les capteurs militaires doivent essayer de trouver un juste équilibre entre les erreurs de type 1 [ne pas avoir détecté un (des) missile(s) lancé(s) par l'ennemi] et les erreurs de type 2 (détecter une cible qui, en fait, n'existe pas). M^me^ Sennott soutient que la proportion des erreurs de type 2 augmentera à mesure que le temps de décision diminuera, et elle se dit très troublée par sa propre conclusion :

> Nous en sommes venus à une contradiction, à savoir que le temps dont l'homme dispose pour intervenir dans le processus décisionnel a presque disparu; pourtant, il est impérieux qu'il ait le temps nécessaire pour ce faire si nous voulons éviter de commettre une erreur catastrophique – la technologie ne permet tout simplement pas de réparer une telle erreur.

Dans son exposé, M. Daniel Frei a fait un examen critique des documents portant sur la guerre nucléaire accidentelle. Au lieu de construire sur des bases empiriques une théorie sur la possibilité qu'une guerre nucléaire éclate par inadvertance, il a défini quelques nouveaux aspects. Il s'est ainsi penché sur la probabilité d'une telle guerre, le mot probabilité étant ici défini comme étant le résultat combiné de certains facteurs de risque. Certains d'entre eux seraient indépendants; en d'autres termes, les chances pour que chacun d'eux se produise simultanément avec au moins un autre sont nettement moindres que la possibilité qu'il arrive seul. M. Frei a donné un exemple de paire d'événements qui pourraient, ensemble, provoquer une guerre nucléaire par inadvertance : un micro-circuit informatique défectueux déclenchant une fausse alerte, et le commandant d'un sous-marin qui, souffrant de troubles mentaux, interpréterait mal les données. D'un autre côté, certains des facteurs de risque seraient interdépendants, en ce sens que la présence de l'un pourrait en entraîner un autre. À titre d'exemple, M. Frei a cité le cas d'un missile lancé par erreur par les États-Unis et amenant les Soviétiques à conclure qu'une attaque massive a été lancée contre eux. Plus il existe de risques interdépendants, plus une guerre nucléaire accidentelle est possible. La mise en place de mécanismes protecteurs a pour but de créer des "redondances" dans le système nucléaire, de façon à rendre indépendants des facteurs interdépendants. Parmi les mesures prises délibérément à cette fin, M. Frei mentionne les systèmes "à double clef", les liaisons électroniques pour communication des autorisations (PALs) et les codes anti-détonation.

M. Frei a cependant fait observer que, dans la réalité, les facteurs de risque ne sont ni entièrement interdépendants, ni totalement indépendants. Jusqu'ici, on n'a pas réussi à établir le degré d'interdépendance existant entre les facteurs pouvant aboutir à une guerre nucléaire par inadvertance. Il a soutenu que, pour en arriver à convaincre les décideurs, il fallait définir :

> . . . précisément quels facteurs de risque relatifs à la technologie militaire et aux systèmes de commandement et de contrôle influent les uns sur les autres et dépendent de la nature d'une crise internationale aiguë, par rapport à ce qui se passe en temps "normal", et comment ces relations causales sont structurées.

Outre qu'il insiste sur la nécessité de bien définir l'interdépendance existant entre les risques, M. Frei signale qu'il n'est pas possible de les évaluer dans un vide politique, vu que le dilemme nucléaire actuel est en grande partie le fruit de l'affrontement Est-Ouest :

> Il ne faut pas négliger les différences séparant l'Est et l'Ouest sur le plan des valeurs, ni s'empresser de définir des intérêts communs entre les deux blocs, car cette démarche serait prématurée et superficielle précisément à cause de ces différences. La situation contemporaine est beaucoup plus complexe. Par ailleurs, le fait que l'Est et l'Ouest veuillent éviter une guerre nucléaire ne signifie pas nécessairement qu'ils aient des vues identiques sur la façon de limiter et de réduire les risques à cet égard.

Des considérations politiques ont rendu M. Frei prudent au sujet des mesures susceptibles de prévenir la guerre nucléaire par inadvertance. Selon lui, certaines mesures unilatérales, telles que le retrait des missiles Pershing II déployés en Europe, ou l'adoption d'une politique sur le "non-recours en premier à l'arme nucléaire", équivaudraient à échanger le risque de la guerre nucléaire accidentelle pour d'autres risques, par exemple, la finlandisation de l'Europe ou l'élimination du "parapluie" nucléaire américain en l'Europe. De plus, de telles mesures unilatérales risqueraient

> . . . d'encourager les dirigeants soviétiques à aller de l'avant avec une politique du "fait accompli", comme ils l'ont fait en déployant les missiles SS-20, pour se placer en position de force et se donner un instrument de négociation.

Quant aux mesures bilatérales ou à la coopération, M. Frei semble les considérer avec encore plus de circonspection. Il évoque les différences culturelles très réelles existant entre l'Est et l'Ouest, différences qui risquent d'entraver tragiquement les efforts de coopération. Faisant appel à une classification mise au point par Joseph Nye, M. Frei cite trois catégories de mesures de coopération : (i) la gestion des crises, (ii) la prévention des crises, et (iii) la stabilisation à long terme. D'après lui, on peut espérer des résultats très concrets dans les deux premières catégories, mais il est à craindre que ". . . la stabilisation à long terme soit déjà trop demander, vu les limites des intérêts culturels communs entre les États-Unis et l'URSS". Au lieu de renoncer à l'objectif que constitue la stabilisation à long terme, de soutenir M. Frei, l'Occident devrait élaborer diverses mesures pour prévenir ou gérer les crises, tout en veillant délibérément à ce qu'elles "favorisent la stabilisation".

M. Brian Crissey a intégré à son exposé une simulation informatique et des modèles mathématiques sur la guerre nucléaire accidentelle, en se souciant de relier ces derniers aux modèles concernant la course aux armements. Les modèles de M. Crissey montrent que les risques de guerre nucléaire par inadvertance "évoluent" avec le temps, à mesure que la course aux armements se poursuit. Ils sont fondés sur trois hypothèses : la complexité technologique grandit, et le nombre de débris dans l'espace et d'armes s'accroît, et tout cela influe directement sur la probabilité de la guerre nucléaire accidentelle; la possibilité que des crises éclatent entre les superpuissances est constamment la même; et le temps de décision dont les dirigeants disposent demeurent constant lui aussi, soit de 8 à 10 minutes. Même si les modèles de ce genre ne visent pas à produire des données fiables, mais plutôt à permettre aux chercheurs de "jouer" avec divers paramètres et hypothèses, deux résultats de la simulation de Crissey présentent de l'intérêt. D'abord, le modèle "prédit" une augmentation marquée des risques de guerre nucléaire accidentelle au début des années 1980, et un accroissement plus lent par la suite. En second lieu, il fait valoir que les chances pour que les *Soviétiques* lancent un missile par accident sont beaucoup plus grandes que s'il s'agissait des Américains.

M. Anatol Rapoport a fait la critique des exposés des conférenciers Leonard, Sennott et Frei. En analysant la question de la guerre nucléaire par inadvertance, a-t-il souligné, il importe d'accorder une importance égale aux probabilités et à ce qu'il a appelé les "données numériques". On évalue les risques pour permettre aux décideurs de faire des choix éclairés, et ils ne sont capables d'y arriver que si l'on peut joindre des données numériques aux différentes options, de façon à montrer dans quelle mesure elles sont souhaitables ou non, l'une par rapport à l'autre. Pour calculer les données numériques, on associe les valeurs des résultats possibles (prévus) de nos options à la probabilité des conditions devant aboutir à ces résultats. Ainsi, on peut calculer statistiquement les données numériques propres aux diverses options dans des situations risquées, si l'on affecte des valeurs numériques positives ou négatives aux résultats possibles de ces options, compte étant alors tenu de la mesure où elles sont souhaitables ou non.

M. Rapoport n'est pas d'accord avec M. Frei pour dire que les probabilités représentent la dimension essentielle de l'analyse sur les risques de guerre nucléaire accidentelle. Il croit plutôt que les données numériques ont autant d'importance et qu'il faut aussi quantifier les probabilités si l'on veut pouvoir définir ce qu'est effectivement "le risque". Il importe d'exprimer le risque sous une forme numérique pour que les décideurs puissent faire des choix non ambivalents, étant donné que pour faire un choix rationnel, il faut pouvoir accorder une valeur statistique aux diverses possibilités.

On ne peut qu'estimer la probabilité d'un événement qui ne se répétera pas (la guerre nucléaire, par exemple). Il est impossible de la calculer

précisément. Cependant, on peut évaluer plus directement la probabilité de la guerre nucléaire *accidentelle*, car on peut supposer qu'il est possible d'établir un rapport entre l'éclatement d'une guerre nucléaire accidentelle et la possibilité que se produisent d'autres événements qui peuvent se répéter et dont on peut observer la fréquence. M. Rapoport a fait observer que Leonard et Rosenberg avaient fait un rapprochement entre la guerre nucléaire par inadvertance et d'autres événements susceptibles de se reproduire (conférence d'analyse de la menace, évaluation de la menace, fréquence des crises). Comme il est possible de calculer la probabilité de ces événements d'après le nombre de fois où ils se produisent pendant une période donnée, et comme la concomitance malheureuse de tels événements risqueraient de déclencher une guerre nucléaire, on peut attribuer une probabilité subjective mais significative à la guerre nucléaire accidentelle.

Comme les définit Rapoport, les données numériques prennent en compte la mesure où chaque option est souhaitable, et elles traduisent, de par leur nature même, des valeurs personnelles. Par conséquent, plus encore qu'avec les probabilités, toute évaluation est ici inévitablement sujective. Pourtant, si l'on doit agir d'après l'évaluation du risque, il faut définir les données numériques. Dans toute situation risquée, la logique veut qu'avant de faire un choix, on compare les valeurs numériques correspondant vraisemblablement aux diverses démarches possibles. Ne pas agir du tout constitue en soi une démarche; seule M^me^ Sennott a souligné ce point; son étude sur les erreurs de type I et de type II se rapportant à la détection des missiles a montré que l'erreur de type I consiste à ne pas tenir compte d'une attaque réelle et que l'erreur de type II équivaut à réagir à une fausse alerte comme si c'était une véritable attaque.

M. Rapoport a souligné que les deux types d'erreurs sont toujours complémentaires, car il s'opère une sorte d'équilibre entre les risques : un risque ne peut diminuer que si un autre prend de l'ampleur; réduire le risque de passer outre à une attaque réelle augmentera les chances d'en déclencher une en cas de fausse alerte. Dans son analyse sur les risques de guerre nucléaire par inadvertance, M. Rapoport a établi une analogie avec la peine capitale. L'abolition de la peine capitale garantit qu'on épargnera la vie de tous les accusés, y compris celle des pires meurtriers, de façon à éliminer tout risque d'exécuter ne serait-ce qu'un seul innocent. Le caractère irréversible de la peine capitale importe aux yeux de ceux qui veulent l'abolir, car à cause de lui, ils affectent une valeur négative infinie au risque d'exécuter un innocent. Le risque d'erreur judiciaire devient dès lors inacceptable, peu importe l'infime probabilité d'une telle erreur, étant donné que la multiplication de la probabilité finie par la valeur négative infinie aboutit à un produit négatif infini.

Quand on applique ce raisonnement à la guerre nucléaire accidentelle, il s'ensuit que, si petite que la probabilité d'une telle guerre puisse être, le risque numérique négatif d'exécuter à tort des millions d'innocents rend

l'éventualité inacceptable. Par conséquent, M. Rapoport soutient qu'il faut abolir les armes nucléaires, au même titre que la peine capitale.

Pour les abolitionnistes, le prix de la guerre nucléaire par inadvertance est toujours infini, et ses avantages, nuls. Cependant, une évaluation de la probabilité d'une telle guerre risque encore de servir la cause des abolitionnistes, et il est même possible que le danger de la guerre nucléaire accidentelle crée un terrain d'entente entre eux et les décideurs. M. Rapoport a émis l'avis que les stratèges militaires n'aiment pas l'idée d'une guerre accidentelle car, si une guerre éclate, ils veulent que ce soit à l'heure qu'ils auront choisie et de la façon dont ils l'auront souhaité.

Poursuivant sa critique des exposés antérieurs, M. Rapoport a déclaré que les abolitionnistes peuvent attirer l'attention sur la façon dont diverses technologies et politiques influent sur la probabilité de la guerre nucléaire accidentelle. Leonard et Rosenberg avaient montré comment une politique préconisant le lancement sur alerte accroît le risque d'une telle guerre, tandis que Sennott avait établi une corrélation entre les fausses alertes concomitantes et la guerre accidentelle. Quant à lui, M. Frei avait souligné la différence existant entre les facteurs de risque indépendants et interdépendants, relativement à la façon dont ils augmentent le risque de guerre nucléaire par inadvertance. En ajoutant des mécanismes de protection indépendants et redondants au "système" nucléaire, on réduira peut-être la probabilité et, partant, l'interdépendance imprévue de ses composantes risque cependant de l'accroître.

Selon M. Rapoport, les abolitionnistes auraient avantage à mettre en lumière la double nature de chaque risque. Établissant une analogie avec le monde des affaires, où chaque investissement suppose des risques mais où l'on risque de perdre une occasion en s'abstenant d'investir, M. Rapoport a fait valoir que les stratèges militaires insistent sur les risques qu'il y a à traiter avec les Russes mais oublient de mentionner toutes les occasions qu'on manque en ne transigeant pas avec eux :

> Et si, *je dis bien si*, les propositions de M. Gorbachev sur l'abolition des armes nucléaires *n'étaient pas* du bluff ? Si tel est le cas, que risquons-nous de perdre en les rejetant ? S'il s'agit effectivement d'un bluff, quel risque y a-t-il à lui demander de mettre cartes sur table ?

II.

L'AUTOMATISATION DES SYSTÈMES DE COMMANDEMENT : PROBLÈMES ET RISQUES

Les discussions de la deuxième journée ont porté sur les dangers que présente l'utilisation accrue des ordinateurs pour le commandement et le contrôle des systèmes nucléaires, et sur leur incapacité propre de fonctionner totalement "sans erreur". MM. Severo Ornstein et Henry Thompson ont présenté des exposés, et M. Joseph Weizenbaum a été le commentateur.

M. Severo Ornstein a expliqué en détail les limites des ordinateurs dans toutes leurs applications, y compris le processus décisionnel militaire. Il a fait observer que, comme les ordinateurs traitent la majeure partie de l'information dans les systèmes d'armement d'aujourd'hui, ils ont supplanté la physique en tant qu'élément technologique vital de la course aux armements. Pour lui, les logiciels de calcul sont à l'origine des problèmes les plus graves et les plus difficiles à résoudre quand il s'agit d'employer les ordinateurs dans des fonctions critiques; M. Ornstein a de plus soutenu qu'il n'existe aucune façon de rectifier complètement la situation ou de s'assurer que des problèmes résiduels n'auront pas des conséquences catastrophiques.

Aux yeux de M. Ornstein, l'élément humain a perdu, à toutes fins utiles, sa place dans le processus décisionnel militaire en temps de crise. Selon lui, les personnes sont incapables de penser assez vite pour pouvoir prendre toutes les décisions qui s'imposent; il croit que

> . . . si le processus décisionnel est uniquement fondé sur des condensés simplifiés présentés par des ordinateurs, alors les ingrédients nécessaires pour exercer un jugement éclairé manquent, et l'on ferait tout aussi bien de laisser les ordinateurs prendre les décisions.

M. Ornstein a aussi fait une mise en garde : si les ordinateurs peuvent exécuter certaines tâches très rapidement, ils sont lents à en accomplir d'autres, notamment la reconnaissance des structures. L'argumentation de M. Ornstein était fondée sur sa description de la façon dont les ordinateurs fonctionnent. En gros, les ordinateurs exécutent des programmes que l'on peut définir comme étant des séries d'instructions simples permettant, si elles sont organisées dans un ordre significatif, d'accomplir des tâches complexes. L'attribut le plus précieux d'un ordinateur, ce n'est pas qu'il fonctionne rapidement, mais qu'il fait des choix en fonction de conditions externes et internes désignées. Les ordinateurs réagissent aux conditions extérieures et agissent sur elles. La plupart des ordinateurs n'effectuent pas de calculs, mais traitent des données non numériques; ils appliquent des règles spéciales plus souvent que des

équations. Par conséquent, la majorité des programmes informatiques ne reposent pas sur des modèles mathématiquement précis, mais sur des modèles moins formels dont la validité est difficile à établir.

À l'heure actuelle, les capacités des ordinateurs sont limitées. D'après M. Ornstein, ils ne sont pas en mesure de penser ou d'aller au delà des règles prescrites. Certains ordinateurs possèdent quelques "aptitudes" rudimentaires, mais si on les compare à l'être humain, leurs progrès n'ont rien d'impressionnant. Les chercheurs ont découvert que les mécanismes de la pensée humaine sont beaucoup plus complexes qu'on l'avait supposé à l'origine. L'être humain fait appel à toute une gamme de connaissances quand il lui faut reconnaître les structures, généraliser, apprendre ou élaborer une stratégie. Ces connaissances sont si vastes que les chercheurs n'ont pas encore fini de les cataloguer; c'est pourquoi les ordinateurs sont encore loin d'égaler l'homme sur ce plan.

Autre contrainte, quand un ordinateur tombe en panne, plus souvent qu'autrement il devient tout à fait inutilisable :

> On pense qu'il va simplement ralentir ou manquer de précision, d'après l'expérience qu'on a d'autres types d'appareils dont le rendement diminuera sans doute si une roue ou un essieu est usé. Lorsqu'un ordinateur fait défaut, cependant, il a plutôt tendance à "perdre le nord" qu'à fournir un rendement moindre.

M. Ornstein a contesté l'affirmation selon laquelle même si les ordinateurs de la Guerre des étoiles tombaient en panne, 95 p. 100 des missiles ennemis seraient interceptés. Il a soutenu qu'en fait aucun d'eux ne serait abattu en pareil cas. Dans ces systèmes, on peut atténuer un peu l'effet des erreurs en isolant diverses parties du programme et en prévoyant entre ces dernières un minimum d'interconnexions. Malheureusement, même ces éléments modulaires ne sont pas tout à fait à l'abri des pannes. En outre, on ne sait jamais comment les ordinateurs vont réagir si on leur demande d'interpréter des données imprévues. Par exemple, des capteurs ont pris pour un missile ennemi la lune qui se levait. La personnalité de l'opérateur constitue une autre limite. Bien que les humains fassent partie intégrante de tout système d'exploitation, les concepteurs négligent souvent de prendre en compte les réactions humaines, qui cèdent dès lors le pas devant le protocole militaire.

Toujours selon M. Ornstein, le défaut le plus fondamental des ordinateurs tient à l'imperfectibilité propre des programmes: la plupart des éléments structuraux d'un système informatisé sont contenus dans le logiciel, et quand l'ordinateur tombe en panne, c'est souvent là la source du problème. Bien que la souplesse des ordinateurs soit quasi illimitée à cause de leurs logiciels, il est facile d'introduire des erreurs dans ces derniers. À prime abord, il est facile de régler les problèmes liés aux logiciels, mais plus le système est complexe, plus il est difficile et coûteux d'y trouver des solutions. En fait, on a mis au point toute une technique

"d'entretien des logiciels" pour résoudre les problèmes à mesure qu'ils surgissent. John Shore, auteur du livre intitulé *The Sachertorte Algorithm*, a fait valoir que si un fabricant devait accorder autant d'attention à une auto qu'à un ordinateur, on dirait probablement du véhicule qu'il s'agit d'un citron!

Afin d'expliquer les problèmes fondamentaux que le logiciel impose aux systèmes, M. Ornstein a décrit les deux principales étapes de la construction d'un logiciel. D'abord, le chercheur étudie un problème réel, décide des aspects qui se rapportent à la situation et conçoit des règles puis des spécifications formelles qui régiront le comportement de l'ordinateur. En deuxième lieu, il rédige un programme conforme à ces spécifications. Dans le cas des gros systèmes, il y aura une certaine interaction entre ces deux étapes, mais il s'agit essentiellement de procédures distinctes.

Les erreurs de logiciel ne sont pas toujours attribuables à la négligence (par exemple, une virgule oubliée). Il arrive souvent qu'une erreur ne soit découverte qu'une fois le programme mis en oeuvre :

> Les "événements imprévus" qui causent les difficultés sont moins souvent des éléments extérieurs qu'un enchaînement fâcheux d'événements parfaitement normaux.

Une interaction complexe entre les diverses parties d'un programme peut à l'occasion aboutir à des résultats irréguliers tout à fait inattendus. Trop d'interactions sont possibles dans les ordinateurs modernes pour qu'il soit faisable de les tester toutes, et c'est pourquoi on a élaboré un certain nombre de techniques pour déceler les erreurs.

Deux catégories d'erreurs se produisent quand on compose un programme à partir de spécifications. Il y a les erreurs dites "de typographie" (on a perdu une sonde spatiale *Mariner* parce qu'un point avait été mis à la place d'une virgule), et les erreurs "de réflexion", qui supposent de légères faiblesses de raisonnement. La plupart de ces dernières sont attribuables soit au fait que les spécifications mêmes contiennent des imprécisions ou des défauts de logique, soit à la langue anglaise qui, malgré toutes ses ambiguïtés, est devenue la langue qu'on emploie le plus souvent pour rédiger les spécifications.

En théorie, il devrait être possible de vérifier un programme à partir de ses spécifications, mais les techniques de "vérification des programmes" ne sont pas aussi exactes que l'expression le laisse croire. Ironiquement, Greg Nelson et David Parnas, deux des plus grands ingénieurs en logiciel dans le domaine qui nous occupe ici, comptent maintenant parmi les plus virulents détracteurs de l'Initiative de défense stratégique, car ils croient qu'il est impossible de construire un logiciel fiable. Les techniques de vérification représentent des outils importants et puissants, mais elles ne sont pas infaillibles. Dans les gros systèmes, le programme n'est jamais passé en entier, étant donné qu'un essai intégral risquerait d'être gênant ou tout simplement irréalisable. Par conséquent, de nombreuses possibili-

tés ne sont jamais étudiées. Des concepteurs et des programmeurs ingénieux représentent encore le meilleur "moyen" à employer pour éliminer les imperfections, mais ils ne peuvent offrir une solution complète. Les techniques de simulation aident aussi à repérer les erreurs; dans ce contexte, A rédige les spécifications du programme original, puis B compose celles d'un programme destiné à imiter les conditions dans lesquelles le programme original est censé fonctionner. Cette méthode s'avère très utile pour déceler les erreurs, mais elle aussi est à la merci des oublis et des méprises. Une fois les erreurs localisées, les réparer, surtout dans un gros système où elles se sont profondément incrustées, risque d'être un processus difficile et de susciter d'autres problèmes. Ainsi, il a fallu réaménager de fond en comble le réseau informatique de l'*Advanced Research Projects Agency* après qu'il eut dépassé une certaine taille.

Afin de parer à la persistance des erreurs, l'être humain a mis au point des techniques de "détection des défaillances", fondées sur l'idée d'intégrer à un système des pièces de rechange grâce auxquelles il continuera de fonctionner même si un élément tombe en panne. Dans les ordinateurs, cependant, il est plus facile d'adopter de telles techniques pour le matériel que pour les logiciels. Si l'on remplace un programme défectueux par un autre qui lui est identique, le même problème se reproduira éventuellement.

Afin de surmonter cette difficulté, on dédouble le programmeur; en d'autres termes, des équipes différentes composent des programmes différents à partir des mêmes spécifications, selon le principe :

> . . . qu'il est peu probable que des équipes différentes introduisent exactement les mêmes erreurs; en comparant et colligeant les réponses (les ordinateurs comparent leurs propres réponses entre elles), on peut éliminer les erreurs.

Les techniques de "détection des erreurs" du logiciel suscitent quatre grandes difficultés. D'abord, les ordinateurs ne peuvent pas toujours comparer leurs "réponses", car une bonne partie de l'information est présente implicitement plutôt qu'explicitement. En deuxième lieu, les équipes ne sont pas vraiment indépendantes les unes des autres, car elles emploient les mêmes spécifications qui sont inévitablement incomplètes; dès lors, il est fort possible qu'elles partent des mêmes hypothèses fautives. Troisièmement, il est difficile de synchroniser les machines de façon qu'elles puissent comparer leurs "réponses". Enfin, il arrive souvent que les spécifications soient carrément mauvaises; or, c'est là une situation nettement hors de la portée des techniques susmentionnées.

Aux yeux d'Ornstein, les spécifications sont "l'élément le moins malléable" du problème. Très souvent, les gens ne savent pas ce qu'ils veulent faire faire aux ordinateurs et sont donc incapables de définir le problème à résoudre. On ne peut pas dire à un ordinateur "Protège-moi!". Il faut lui indiquer précisément comment faire pour y arriver.

Certains problèmes à résoudre comportent beaucoup de détails dont certains passent facilement inaperçus. Chaque fois qu'on essaie de parer à cet état de choses en demandant à des équipes indépendantes de rédiger plusieurs programmes, on se rend compte qu'il est difficile de faire une comparaison objective entre les résultats. Selon M. Ornstein, les ordinateurs sont le prolongement de l'intelligence humaine et ils sont donc aussi limités que leur créateur, sinon plus :

> *Nous ne devons pas penser que les ordinateurs vont faire disparaître pour nous sans risque l'épée de Damocles "nucléaire" qui nous menace. Ils ne le feront pas.* Ils donnent l'impression d'alléger le fardeau de l'homme, mais au risque accru de commettre des bévues catastrophiques.

M. Henry Thompson a exprimé son inquiétude au sujet de la relation existant entre la guerre accidentelle et les systèmes automatiques du processus décisionnel. Jusqu'ici, a-t-il fait observer, il a appartenu à des êtres humains de décider s'il fallait ou non recourir à l'arme nucléaire, mais d'aucuns ont récemment laissé entendre que cela devrait peut-être changer. Les partisans des systèmes de lancement sur alerte soutiennent que des systèmes automatiques accroîtraient la sécurité à cause de leur plus grande fiabilité et crédibilité.

M. Thompson a invoqué des motifs technologiques pour s'opposer à la mise en oeuvre de ces systèmes. Le processus décisionnel automatique est assujetti aux limites actuelles de l'intelligence artificielle, et il est probable que celles-ci entraveront le progrès dans la conception des systèmes automatiques jusqu'à une époque avancée du prochain siècle.

L'intelligence artificielle suppose un processus en deux étapes : la représentation d'un domaine de la connaissance en des éléments de calcul, puis la conception et la mise en oeuvre d'algorithmes pour résoudre les problèmes. Pour M. Thompson, la façon dont le processus décisionnel repose sur la connaissance impose des contraintes fondamentales à l'évolution de l'intelligence artificielle.

En gros, M. Thompson perçoit la connaissance comme étant un continuum allant de la spécialisation aux relations causales. L'intelligence artificielle a utilisé avec succès des données spécialisées ou se rapportant aux structures, à la composition ou à la déduction. Les systèmes "experts" axés sur le traitement de texte, sur la minéralogie, sur l'établissement de diagnostics en cas d'infection bactérienne et sur l'installation de réseaux informatiques sont des exemples d'applications de l'intelligence artificielle fondées sur des connaissances spécialisées. Dans chacun de ces systèmes, les connaissances sont représentées dans les spécifications par des règles conditionnelles (si A, donc B) et sont manipulées par le biais de procédures déductives formelles et mécanisées. À l'autre extrémité du spectre des connaissances, cependant, on retrouve les connaissances générales, fonctionnelles, contextuelles, causales ou faisant appel au "bon sens", connaissances qui supposent compréhension de l'usage ou de la

signification. Jusqu'ici, le seul système de prise de décisions en mesure d'employer des connaissances générales a été l'être humain; l'intelligence artificielle en a été incapable. Les chercheurs ignorent comment insérer le monde dans la machine. Il n'existe bien sûr aucune division absolue entre les deux catégories de connaissances, mais plus les systèmes d'intelligence artificielle s'éloignent des données spécialisées, moins les résultats sont valables.

Les systèmes d'intelligence artificielle décrits jusqu'ici ne peuvent servir au processus décisionnel qu'à titre consultatif. Comme ils se limitent au secteur étroit des connaissances spécialisées, ils ne sont pas indiqués pour les dispositifs automatiques de lancement sur alerte. Malgré tout, on étudie actuellement des propositions préconisant de les employer à cette fin. M. Thompson craint que de tels dispositifs n'autorisent des machines médiocres à prendre les décisions les plus vitales que l'humanité ait jamais eu à envisager. Selon lui, il ne faut pas confier à la technologie le soin de régler les problèmes essentiellement politiques. Si imparfait que soit l'être humain, il est encore bien plus à même de prendre des décisions réfléchies que la meilleure des machines.

Dans son exposé, M. Joseph Weizenbaum a donné à entendre qu'Ornstein et Thompson ont sans doute erré en *surestimant* la fiabilité des ordinateurs. Il a par ailleurs fait valoir que le manque de fiabilité des ordinateurs risque d'aboutir à des conséquences imprévisibles: une panne récente dans le système informatique d'une petite banque américaine à eu des effets désastreux sur le marché des métaux précieux.

M. Weizenbaum a fait observer qu'Ornstein et Thompson avaient oublié de souligner que les gros systèmes informatiques sont impossibles à comprendre dans leur intégralité et que, peu importe leur nombre, toutes les études, simulations ou conférences d'analyse de la menace ne permettront pas de remédier à cette lacune. Un gros ordinateur n'est pas tant un dispositif conçu délibérément que le résultat d'une évolution; par conséquent, si l'on perd ses antécédents, on devient incapable d'en comprendre parfaitement les nuances logiques, ce qui nuit à quiconque cherche à en saisir le fonctionnement final.

M. Weizenbaum a soutenu que l'intelligence artificielle ne peut prendre des décisions qui soient acceptables aux yeux de l'être humain. Au lieu de parer à la faillibilité de l'ordinateur, comme certains le prétendent, elle ne ferait probablement que compliquer de nombreux problèmes, inhérents aux systèmes informatiques. Il a rappelé que les prédictions grandioses concernant les systèmes d'intelligence artificielle font souvent fi de principes reconnus. Il faut considérer avec prudence même les systèmes consultatifs d'intelligence artificielle décrits par Henry Thompson, étant donné que les opérateurs hésitent beaucoup à rejeter les résultats donnés par l'ordinateur et tendent à accepter inconditionnellement ses jugements. Cela s'explique par le fait qu'un employé dont la décision de mettre l'ordinateur en doute aboutit à un problème est souvent congédié, tandis que celui qui suit l'avis de la machine dispose d'un bouc émissaire

fort commode en cas d'erreur. M. Weizenbaum a terminé son exposé en faisant valoir que, si la technologie a à son compte de nombreuses réalisations impressionnantes, elle a aussi eu une quantité infinie de conséquences inattendues; il importe donc de s'opposer à toute proposition qui viserait à automatiser davantage les systèmes d'armes nucléaires, car elle risquerait d'avoir des conséquences aussi imprévues que désastreuses.

III.

COMMANDEMENT ET CONTRÔLE DES SYSTÈMES NUCLÉAIRES : OBJECTIFS ET RENDEMENT

Le troisième jour de la conférence a porté sur ce qui est sans doute l'élément central de toute évaluation des risques de guerre accidentelle : les systèmes de commandement des armes nucléaires. Les participants ont discuté de ce qu'il convient d'exiger de ces dispositifs et ils ont parlé de la mesure où ceux dont les deux superpuissances disposent actuellement satisfont aux normes définies à cet égard. M. Bruce Blair, le général Mikhail Milstein et M. Marco Carnovale ont présenté des exposés, et le commentateur était M. Douglas Ross.

M. Bruce Blair a précisé dans quelle mesure les procédures actuellement applicables aux États-Unis en cas d'alerte en temps de crise augmentent le risque de guerre nucléaire par inadvertance. Il a d'abord affirmé que les superpuissances avaient exagéré l'importance d'un aspect fondamental de la "stabilité de crise", nommément la menace, aux dépens d'un autre aspect complémentaire, à savoir la nécessité de rassurer, au moment où elles ont élaboré les procédures à suivre pour réduire le risque d'une guerre nucléaire déclenchée délibérément ou par accident. Les procédures opérationnelles applicables en cas de crise illustrent on ne peut mieux les façons dont la menace accroît le risque de guerre nucléaire non intentionnelle.

En temps de paix, a soutenu M. Blair, les mesures de contrôle négatif constituent des garanties pour prévenir l'emploi non autorisé ou accidentel d'armes nucléaires. En temps de crise, cependant, on accorderait de toute évidence plus d'importance au contrôle positif; les militaires se soucieraient davantage de coordonner l'emploi de leurs forces et d'exécuter leurs plans de guerre avec précision que d'appliquer des garanties contre l'emploi accidentel ou non autorisé d'armes nucléaires.

Une seule autorité légitime aurait du mal à coordonner les forces, vu la variété des systèmes d'armes compris dans l'arsenal nucléaire. En outre, le système de commandement serait tellement vulnérable qu'il serait difficile de rétablir le contrôle positif après une attaque nucléaire. À cause de cette vulnérabilité, l'autorité centrale serait inévitablement affaiblie. L'Administration nationale ne détient l'autorité en cas d'alerte que dans un sens juridique; il y a trop de détails pour que les autorités centrales puissent les régler tous, et en pratique, le pouvoir d'agir en cas d'alerte est dévolu à des intervenants situés à un niveau aussi bas que celui de commandant. Comme la sécurité de ses troupes incombe au commandant, il est autorisé à prendre les mesures qu'il juge nécessaires ou prudentes en cas d'alerte.

La difficulté de maintenir les communications avec les unités déployées, une fois que les procédures d'alerte ont été appliquées, ajoute au problème des autorités qui cherchent à tirer au clair une foule de détails pratiquement incompréhensibles. Plus le niveau d'alerte est élevé, en cas de crise, plus on impose des règles strictes au sujet des transmissions radio, pour éviter qu'elles soient interceptées par l'ennemi. Blair a souligné l'ironie de cette situation où plus le niveau d'alerte serait élevé, plus les dirigeants nationaux s'inquiéteraient des interactions opérationnelles, mais moins ils seraient en mesure de les contrôler. Les autorités centrales seraient coupées des réalités régionales. Peu importe à quel point les unités de combat réussiraient à suivre les procédures, elles ne pourraient sans doute pas trouver un juste équilibre entre les contrôles négatif et positif. Fort probablement, à mesure que les niveaux d'alerte monteraient de part et d'autre, chaque bloc nourrirait à l'endroit de l'autre des soupçons de plus en plus prononcés; aux mesures d'alerte de l'un correspondraient aussitôt des contre-mesures, ce qui engendrerait un cycle de plus en plus effréné.

Les superpuissances ont exacerbé les lacunes de contrôle central en adoptant une politique *de facto* de "lancement sur alerte". Cette politique intéresse les deux blocs, car elle semble compenser la vulnérabilité de leurs systèmes de commandement, mais Blair a soutenu que cette politique est au coeur même du problème de la guerre nucléaire accidentelle.

Le lancement sur alerte suppose une réorganisation instantanée des priorités. Le Commandant du NORAD doit décider s'il faut se préparer au lancement ou l'empêcher. Il doit fonder sa décision sur le double constat des événements, c'est-à-dire sur des éléments stratégiques d'alerte (services de renseignement classiques), des éléments tactiques d'alerte (capteurs infrarouges montés sur satellite et radars au sol), et la confirmation par des opérateurs des données recueillies par les capteurs. Trop de choses doivent se produire en même temps pour que le risque d'erreur ne soit pas élevé; le double constat des événements n'a donc pas éliminé la possibilité d'erreur.

En outre, ceux à qui il incomberait de décider s'il faut ou non riposter et, le cas échéant, contre quelle cible, seraient soumis à une formidable tension. Vu le court délai et les bribes d'information dont ils disposeraient pour prendre une décision, ils ne connaîtraient pas exactement la nature de l'attaque. Il n'y aurait pas de place pour les raisonnements politiques, moraux ou même militaires, "et, dans un contexte aussi rigoureux, le risque d'une guerre par inadvertance attribuable à une fausse alerte, à une méprise ou à une erreur de calcul ne pourrait qu'être intensifié". Blair éliminerait la nécessité perçue d'un mécanisme de déclenchement immédiat en concevant et en établissant un système de commandement qui pourrait survivre à l'attaque et être reconstitué après coup. Un tel système renforcerait la dissuasion beaucoup mieux que la capacité de faire feu rapidement. La création d'un tel système ne serait pas bon marché, mais elle est possible.

M. Douglas Ross a formulé des observations sur l'exposé de M. Blair et sur son livre *Strategic Command and Control* paru en 1984. Faisant allusion à l'exposé, il a épousé le point de vue de M. Blair sur la nécessité de maintenir un juste équilibre entre le contrôle négatif et positif, et il a accepté sa principale conclusion, à savoir qu'on réduirait les risques de guerre accidentelle en concevant et déployant des systèmes de commandement survivables.

M. Ross a cependant déclaré que M. Blair avait exagéré en disant que les superpuissances avaient mis l'accent sur la menace aux dépens de la nécessité de rassurer. D'après M. Ross, M. Blair se contredit par cette affirmation car il doute que les États-Unis puissent riposter en cas d'attaque, vu la vulnérabilité de leur système de commandement. La capacité meurtrière "excessive" dont disposeraient les Américains s'ils attaquaient les premiers ne leur garantit pas nécessairement la capacité de riposter. Il existe des lacunes stratégiques non seulement dans le système de commandement des États-Unis, mais aussi dans les moyens dont ils disposent pour concrétiser la "menace".

M. Ross a affirmé que M. Blair n'avaient pas pris en considération les convictions de nombreux stratèges. D'abord, ils craignent que les Soviétiques veuillent se doter de la capacité de lancer une attaque préemptive en temps de crise. Si tel est bien l'objectif de l'URSS, les stratèges n'accepteraient pas la thèse de Blair axée sur la capacité de lancer une seconde frappe. En deuxième lieu, beaucoup de "conservateurs" tiennent à posséder une solide capacité anti-forces, ce qui est impossible dans le contexte proposé par Blair. M. Ross ne partageaient pas ces vues lui-même, mais il a dit croire qu'il faut les aborder dans tout débat politique digne de ce nom.

Par ailleurs, M. Ross a souligné que l'existence de systèmes de commandement vulnérables mine la stabilité des rapports entre les superpuissances. En outre, il a exprimé l'avis que les milieux politiques ne se rendent pas suffisamment compte du degré d'urgence de ce problème.

Le général Milstein a décrit la politique stratégique soviétique. Il a déclaré que l'URSS avait renoncé à recourir la première à l'arme nucléaire et il a soutenu qu'elle ne croit pas en la possibilité d'une guerre nucléaire limitée. Il a rejeté l'opinion des stratèges conservateurs citée par Ross, selon laquelle les Soviétiques s'efforceraient d'acquérir les moyens nécessaires pour lancer une attaque préemptive. Le général Milstein a en outre fait valoir que, si des cibles militaires étaient attaquées, la population civile en souffrirait également. Il a affirmé que la détérioration des rapports entre les États-Unis et l'Union soviétique était extrêmement dangereuse dans le contexte nucléaire. Selon lui, il importe d'abord de régler les problèmes politiques si l'on veut résoudre les problèmes militaires et techniques risquant de mener à une guerre nucléaire accidentelle. Sécurité et équilibre vont de pair; le fait qu'un des deux blocs dispose d'une supériorité nucléaire est déstabilisant. Le général Milstein a rappelé la

proposition de M. Gorbachev dont l'objet est d'éliminer les armes nucléaires en trois étapes d'ici l'an 2000.

M. Marco Carnovale s'est penché sur les différences entre la situation stratégique intercontinentale et celle existant en Europe. Il a souligné que plusieurs conditions irréversibles expliquaient pourquoi il est impossible de maîtriser le système de commandement européen, et il a présenté le point de vue de l'Europe sur ce que sont, à son avis, les lacunes de l'argument de Bruce Blair au sujet d'un système de commandement sûr et survivable.

Selon Carnovale, la conjoncture stratégique nucléaire en Europe diffère de la situation intercontinentale sur huit plans essentiels. D'abord, le système de défense européen dispose de plusieurs dispositifs à double capacité, qui peuvent aussi bien frapper à courte qu'à moyenne portée, et de systèmes à double appartenance; dans ce dernier cas, il est difficile de savoir qui a le dernier mot au sujet du lancement : le pays hôte ou les États-Unis. En deuxième lieu, il faut inévitablement décentraliser le commandement et le contrôle davantage en Europe qu'au niveau intercontinental. Troisièmement, le degré de complexité des arsenaux européens est nécessairement élevé. Quatrièmement, comme l'Europe est proche de l'Union soviétique du point de vue géographique, les temps de réaction sont courts. Ensuite, les alliés poursuivent souvent des objectifs politiques et militaires divergents, même en temps de paix. En sixième lieu, les systèmes d'armes européens sont "impossibles à maîtriser" (uncontrollability), selon l'expression employée par Paul Bracken dans son livre de 1983 intitulé *The Command and Control of Nuclear Forces*. Bracken avait soutenu que cette ambiguïté garantissait au système une certaine capacité de dissuasion, mais Carnovale ne croit pas que ce soit là un fondement valable pour la dissuasion. Septièmement, la complexité opérationnelle du système européen est grande, vu la multitude de personnes intervenant dans sa gestion quotidienne. Par ailleurs, le système de défense européen est en constante évolution de sorte que même si tous s'entendaient sur les objectifs à atteindre, il serait toujours difficile de se tenir au courant de tous ses aspects. Enfin, pour des motifs géographiques, les armes européennes sont concentrées dans un petit nombre d'endroits. Même les systèmes mobiles sont vulnérables.

Aux yeux de M. Carnovale, quatre raisons expliquent pourquoi l'appareil européen de commandement et de contrôle est fondamentalement impossible à maîtriser. D'abord, les questions nucléaires sont difficiles à comprendre pour les experts, et elles le sont donc encore plus pour les hommes politiques qui sont relativement "de passage"; cette vérité est d'autant plus importante qu'en Europe, le taux de roulement dans les milieux politiques est élevé : par exemple, l'Italie a eu quarante premiers ministres depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale. Deuxièmement, il est impossible de prévoir toutes les situations auxquelles les systèmes de commandement européens pourraient avoir à faire face. Vu leur vulnérabilité et les courts temps de réaction, il faudrait beaucoup compter sur des solutions élaborées spontanément. En troisième lieu, le fait que les forces

de l'OTAN soient dirigées collectivement crée des problèmes. Si chaque membre de l'Alliance dispose d'une gâchette, alors personne n'a le doigt sur le cran de sûreté. Et inversement, si un seul pays possède un cran de sûreté, alors personne n'a véritablement la maîtrise de la gâchette. Il n'y pas de moyen terme. Enfin, les stratèges doivent décider à quel niveau il faut attaquer l'appareil de commandement soviétique. À l'heure actuelle, la politique de l'OTAN préconise de s'en prendre non pas au Kremlin, mais plutôt à des niveaux inférieurs. Voilà qui pose un problème, car il n'existe aucun niveau idéal qu'il serait préférable d'attaquer pour affaiblir les capacités militaires tout en préservant une hiérarchie avec laquelle il serait possible de négocier. Des mécanismes visant à contrôler l'administration, les ressources physiques et l'information existent en Europe depuis quarante ans et ont atteint un haut niveau de perfectionnement; pourtant, les problèmes susmentionnés demeurent insolubles.

Bruce Blair s'est dit en faveur d'un système de commandement sûr, souple, apte à survivre à l'attaque et intégrant des contrôles négatifs et positifs serrés, mais Carnovale a soutenu que, d'un point de vue européen, cette solution ne serait pas satisfaisante. Il a convenu qu'un tel système est souhaitable en temps de paix, mais selon lui, il ne présenterait pas autant d'intérêt en temps de crise. Il a dit craindre qu'un système de commandement capable de résister à l'attaque rende la guerre nucléaire envisageable aux yeux des Américains, car il permettrait aux États-Unis de survivre à une guerre classique ou nucléaire limitée en Europe.

M. Carnovale a proposé que l'OTAN annonce publiquement un seuil que les Soviétiques ne devraient pas franchir sous peine de déclencher une frappe anti-valeurs. Il a préconisé d'automatiser le système et d'éliminer les armes classiques. De cette façon, a-t-il fait valoir, on mettrait en place un système qui aboutirait à des conséquences catastrophiques s'il flanchait; mais une telle éventualite serait extrêmement improbable.

IV.

LES COMPORTEMENTS EN TEMPS DE CRISE : COMMENT RÉDUIRE LE RISQUE

Pendant la quatrième journée de la conférence, les orateurs ont examiné les diverses stratégies employées par les pays dans les situations de conflit et de crise, et ils ont tenté de voir lesquelles risquaient le plus d'entraîner une guerre par inadvertance ou par suite d'une erreur de calcul. Les débats ont notamment porté sur la question de savoir dans quelle mesure on pouvait véritablement établir une distinction entre la guerre nucléaire accidentelle et la guerre en général. MM. Russell Leng, Martin Hellman et Johan Niezing ont présenté des exposés, et les commentateurs ont été MM. John Barrett et John Lamb.

M. Russell Leng a fait le résumé de cinq études sur les stratégies de négociation employées par les États en temps de crise. Le comportement des dirigeants dans pareil contexte constitue un aspect clef de toute discussion sur la guerre nucléaire par inadvertance, étant donné que de nombreux experts ont posé comme principe qu'une guerre accidentelle éclaterait plus vraisemblablement pendant une crise. D'après ces études, la doctrine de la "realpolitik", ou plus simplement, le souci du pouvoir, le prestige et la réputation d'un pays reconnu pour sa détermination semblent être les principaux facteurs inspirant les dirigeants pendant les crises. Les études révèlent aussi que, quand les chefs nationaux poussent à l'extrême la logique de la "realpolitik" et négligent de prendre en compte les motivations semblables animant leurs adversaires, la crise risque d'aboutir à l'échec, c'est-à-dire à la guerre. M. Leng s'est dit troublé par la conclusion que les dirigeants risquent d'obéir davantage à la nécessité réaliste de faire preuve de détermination qu'à la nécessité tout aussi importante d'agir avec prudence.

M. Leng s'est dit à la fois encouragé et inquiet face à la façon dont les superpuissances s'étaient conduites en temps de crise dans le passé. Les deux camps avaient su agir avec prudence et retenue pendant les deux crises de Berlin. Lors de la crise des missiles à Cuba, les États-Unis ont tout d'abord employé une stratégie de négociation purement coercitive et ils ont plus tard précipité l'issue de la crise en recourant à la stratégie "de la carotte et du bâton". Les réactions soviétiques à la coercition ont révélé le danger d'utiliser la stratégie "du bord de l'abîme" en temps de crise. M. Leng a ajouté que les méthodes coercitives sont devenues encore plus dangereuses, à cause du rétrécissement de l'écart entre les capacités des États-Unis et de l'URSS et en raison de la conclusion selon laquelle le perdant dans un affrontement risque de se montrer plus agressif la prochaine fois qu'il aura maille à partir avec le même adversaire. Les études tendent à montrer que les dirigeants nationaux agissent en fonction de calculs rationnels en matière de stratégie, mais aussi sous l'influence de facteurs tels que la fierté et le statut personnel. Ces derniers éléments peuvent donc expliquer pourquoi les hommes d'État réagissent

avec véhémence aux menaces directes d'autres puissances d'envergure comparable à celle de leur pays et pourquoi un perdant cherchera à regagner son prestige.

Deux observations se conjuguent pour justifier les craintes, notamment lorsqu'il y a affrontement entre des puissances nucléaires : d'abord, les dirigeants tendent à faire preuve de détermination plutôt que de prudence; en second lieu, une manifestation outrancière de détermination risque d'entraîner une escalade de la crise. Dans le cas des différends entre puissances nucléaires, les deux camps sont quelque peu limités du fait qu'ils sont conscients de l'ampleur de la catastrophe qu'ils pourraient déchaîner, mais paradoxalement, chaque camp est également conscient des contraintes que la réalité nucléaire impose à l'autre. C'est pourquoi les adversaires peuvent alors être tentés de se "mettre mutuellement à l'épreuve" en recourant à la coercition. Ce raisonnement amène Leng à conclure ce qui suit :

> Comme, dans ces affrontements, il risque aussi d'y avoir symétrie entre les capacités militaires utilisables et, fait sans doute le plus important de tous, entre les motifs, de telles tentations pourraient trop facilement aboutir à une méprise désastreuse, à une guerre nucléaire accidentelle attribuable à une erreur humaine.

Quant à lui, Johan Niezing s'est surtout préoccupé de la méthodologie employée pour mesurer le risque. Son exposé était fondé sur l'argument que l'analyse du risque pourrait servir utilement à cerner clairement les lacunes fondamentales de la stratégie nucléaire et plus particulièrement à évaluer le risque de guerre nucléaire accidentelle. Niezing a défini le risque comme étant le produit du hasard et des dommages; il a maintenu que l'examen de ces deux facteurs permettrait aux chercheurs avocats de la paix de faire valoir leur cause avec plus de conviction. Il a soutenu que, si l'analyse du risque ne peut aboutir à des valeurs précises dans les domaines complexes tels que celui de la guerre nucléaire accidentelle, elle peut néanmoins aider à repérer certaines tendances qui accroissent ou réduisent le risque; dès lors, elle peut servir à neutraliser les arguments intuitifs qui minimisent indûment l'élément de chance. Vues sous cet angle, les études de la structure de la guerre nucléaire accidentelle constituent un complément nécessaire de la stratégie nucléaire classique. Ces études doivent porter notamment sur le manque de dédoublement dans les systèmes de commandement et de contrôle et sur les lacunes de plus en plus marquées des procédures internationales destinées à prévenir la guerre nucléaire accidentelle. La stratégie nucléaire profiterait d'une évaluation des dommages qu'une guerre nucléaire causerait probablement, et en particulier d'études sur ses effets indirects ou non militaires (l'hiver nucléaire, par exemple).

M. Niezing a souligné que l'analyse du risque de guerre nucléaire accidentelle suscitera sans doute de l'opposition qui se manifestera sous

forme de silence ou de scepticisme. Les chercheurs doivent s'attendre à une telle opposition et s'efforcer de la désamorcer.

M. Niezing a soutenu que l'analyse du risque doit porter non seulement sur le risque même, mais aussi sur les mécanismes de l'*acceptation du risque*. Certaines personnes sont disposées à accepter un risque plus élevé de guerre nucléaire parce qu'ils y voient des "avantages". Très souvent, la perception de ces avantages est fondée sur l'intuition ou sur des hypothèses idéologiques. Il est impératif que les arguments dénonçant de tels points de vue ne reposent pas eux-mêmes sur des hypothèses idéologiques et qu'ils se limitent plutôt à mettre en lumière les faiblesses de l'analyse et à montrer comment ceux qui ont de telles perceptions les acquièrent. Niezing a donné à entendre que la psychologie du processus intellectuel servirait sans doute les fins d'une telle étude.

La théorie de la connaissance révèle que l'être humain repousse l'information dont il ne veut pas, en recourant à divers moyens, qu'il s'agisse de ne pas tenir compte du tout de l'information désagréable ou de la réinterpréter carrément. Il tend à laisser de côté les données "factuelles" ou "sans dimensions sociales", notamment les faits isolés, et il banalise des ensembles complexes de telles données en les segmentisant. Il est facile de transformer l'information "non factuelle" ou "sociale" en messages moins menaçants. Ces actes de dénégation ne seraient pas si troublants n'était-ce du fait qu'en omettant de mesurer toute l'importance du hasard, on s'expose à un grave danger.

Il faut évaluer le risque fréquemment pour arriver à repérer les mécanismes d'acceptation du risque. Pour ce faire, il importe de prendre en compte la dénégation de l'information factuelle, la fragmentation de situations complexes, la réinterprétation fautive de l'information non factuelle, et l'ajout de nouvelles connaissances à la base d'informations "factuelles" et "non factuelles". Beaucoup de personnes, notamment des hommes politiques influents, ont à toutes fins utiles passé outre à des faits qui contredisent les "principes fondamentaux de la stratégie nucléaire". Par exemple, l'impulsion électro-magnétique engendrée par des explosions nucléaires à haute altitude paralyserait sans doute les réseaux américains de commandement, de contrôle et de communications s'il y avait une attaque, et le phénomène de l'hiver nucléaire enlèverait probablement toute pertinence au concept de guerre nucléaire "limitée".

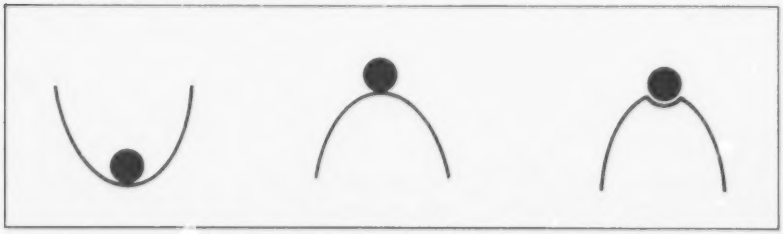
Bref, l'analyse du risque ne débouchera pas sur une évaluation définitive du risque de guerre nucléaire accidentelle, mais elle permettra aux chercheurs de la paix d'en estimer la probabilité et les dommages qu'elle causerait. Une telle évaluation aura peut-être un effet persuasif sur ceux qui pourraient autrement nier l'ampleur du risque.

Martin Hellman a étudié des modèles illustrant l'inévitabilité de la guerre dans les circonstances actuelles. Le concept de stabilité est fondamental dans son argumentation :

> La stabilité a toujours été un élément critique dans la conception des systèmes, qu'il se soit agi d'avions ou d'économies nationales. Mais elle ne peut importer davantage que quand on parle de concevoir des systèmes nationaux de défense à l'ère nucléaire. Les partisans du missile MX et d'autres systèmes d'armes anti-forces justifient souvent leurs propositions en faisant observer que la dissuasion exprimée sous la forme de la destruction mutuelle assurée est cause d'instabilité : même une petite attaque soviétique exigerait une riposte américaine qui risquerait de déclencher une guerre nucléaire généralisée. Dans un ordre d'idées semblable, les détracteurs de ces mêmes armes soutiennent que la mentalité préconisant "l'emploi des armes faute de quoi on les perdra" engendre l'instabilité en cas de crise.

M. Hellman a signalé que chaque argument a de la valeur, mais qu'on ne pourrait résoudre le paradoxe apparent qu'en faisant la distinction entre la stabilité à court terme et à long terme. M. Hellman a présenté trois figures représentant des modèles physiques de la stabilité :

Figure (I): Systèmes stable, instable et métastable.



a) Système stable b) Système instable c) Système métastable

Les physiciens se servent de la figure Ia pour illustrer ce qu'est un système stable. Le système ne peut être stable que si la boule repose au bas du "puits". En revanche, la figure Ib montre à quoi un système instable ressemble : la boule ne restera au sommet de la colline que si elle est bien au centre et n'est assujettie à aucune perturbation.

La figure Ic est la seule des trois qui représente exactement la stabilité actuelle du système nucléaire mondial :

> À court terme, la dissuasion est cause de stabilité, mais à long terme, elle échouera sûrement. Dans l'axe que nous suivons actuellement, la guerre nucléaire est inévitable.

M. Hellman s'est servi d'un modèle probabiliste pour montrer que les

> . . . nombreux événements survenant au hasard et perturbant constamment l'état du monde (coups d'État, guerres civiles,

désastres naturels, guerres régionales, erreurs d'interprétation, fausses alertes dans les systèmes C³I, etc.)

pourraient cumulativement précipiter une guerre nucléaire. Il a établi une analogie entre la stratégie nucléaire et le jeu de la roulette russe : au premier tour, les chances de survivre sont bonnes, mais si l'on continue encore et encore à appuyer sur la gâchette, les chances de ne pas tirer la seule balle présente dans le barillet deviennent négligeables.

M. Hellman s'est reporté à la Crise des missiles cubains pour montrer comment une seule décision risque de déstabiliser le système nucléaire mondial. Les conseillers du président Kennedy avaient recommandé que les forces militaires américaines portent un "coup circonscrit" afin d'éliminer les missiles soviétiques de l'hémisphère occidental, mais les mêmes conseillers ont plus tard conclu que, loin de régler le problème, une telle intervention aurait conduit à une guerre mondiale catastrophique. Pareil coup aurait suffi pour déloger une boule métastable de sa position. En terminant, M. Hellman a fait valoir que la seule façon de passer d'une situation mondiale métastable à une conjoncture stable consisterait à renoncer à la guerre, car par définition, un monde nucléaire ne pourrait jamais être stable si la guerre demeurait un comportement accepté dans les relations internationales.

M. John Lamb a fait la critique des exposés de MM. Hellman et Leng. Il a tout d'abord souligné que, pendant la conférence, on était fréquemment revenu à la proposition voulant que les crises présentent le pire risque de guerre nucléaire accidentelle. L'objet de la séance, axée sur les propos de MM. Leng, Niezing et Hellman, consistait à dépasser ce point de vue et à établir une relation entre les comportements en temps de crise et la perspective d'une guerre nucléaire par inadvertance. M. Lamb a rejeté l'analogie dressée par Hellman entre la stratégie nucléaire et le jeu de la roulette russe; pour lui, on ne saurait accorder une influence égale à chaque perturbation de l'état du monde, et c'était là, croyait-il, ce que M. Hellman avait fait. Il n'existe aucune analogie entre les crises opposant les nations et la fameuse roulette russe, car chaque fois qu'on tourne le barillet, les circonstances sont les mêmes et la probabilité d'aboutir à une catastrophe, identique. Aux yeux de M. Lamb, le danger issu des crises n'est pas cumulatif, mais les crises sont cycliques. Il ne croyait pas que la guerre nucléaire fût inévitable, mais il a convenu que la situation du monde est pressante et qu'il faut de nouvelles attitudes et institutions pour contrer le besoin apparent qu'a l'homme de recourir à la force pour régler les différends.

M. Lamb a déclaré que M. Leng était celui qui avait examiné le plus directement la question des comportements en temps de crise, mais il a affirmé qu'aucun des orateurs n'avait défini précisément la sorte de crise qui mènerait le plus vraisemblablement à une guerre nucléaire par inadvertance : une crise qui opposerait les États-Unis et l'URSS en Europe, ou une crise où s'affronteraient des intervenants à la solde des deux superpuissances ? Les crises limitées par la géographie sont-elles intrinsèque-

ment moins dangereuses que celles étant plus généralisées ? Quelles réactions certaines crises d'un genre particulier ont-elles provoqué dans le système de commandement contemporain ?

M. Lamb a principalement conclu que toute étude sérieuse sur la guerre accidentelle doit aborder les aspects propres au contrôle et à la prévention des crises ainsi que les mesures techniques à prendre pour améliorer les systèmes de commandement et favoriser le désarmement nucléaire. Dans ce contexte, des puissances de moindre envergure pourraient avoir un rôle à jouer. Il faut redonner de la vigueur aux pourparlers sur les transferts d'armes et mener suivant un calendrier régulier des entretiens sur les points chauds du globe où un affrontement entre les superpuissances risque de se produire. Enfin, M. Lamb a déclaré que l'idée de faire vivre des simulations de crise à des hommes clefs présente un grand intérêt.

M. John Barrett s'est penché sur les exposés de MM. Leng et Niezing. Il a tout d'abord admis sa préférence pour la limitation des armements et l'analyse des politiques par opposition à l'analyse statistique des événements, type d'analyse que M. Leng privilégie. M. Barrett s'est demandé s'il était possible d'employer les données historiques par extrapolation pour comprendre le présent et si la parité nucléaire entre les États-Unis et l'URSS amènerait M. Leng à modifier ses conclusions. Il s'est dit particulièrement intéressé par l'affirmation de M. Leng, à savoir que l'emploi de la menace en tant qu'instrument de négociation par des États de puissance comparable aboutira à la guerre.

M. Barrett a aimé les réflexions de M. Niezing sur les perceptions. Selon lui, il existe peut-être des différences dans le processus intellectuel suivi par des personnes ayant des points de vue différents sur la réalité nucléaire contemporaine. Toute la théorie de la dissuasion est fondée sur des analyses du risque et de la rentabilité, et il conviendrait de les examiner de près.

M. Barrett a par ailleurs déclaré que la théorie de Niezing sur les perceptions pourrait aider à présenter en des termes accessibles des conseils sur le désarmement. À cet égard, l'importance symbolique et militaire des systèmes d'armes est considérable. Les experts de la limitation des armements en viendraient à des solutions de rechange plus crédibles s'ils parvenaient à exposer les effets psychologiques néfastes de certains systèmes d'armes, bien indépendamment de toute question se rapportant à leur valeur militaire. Selon M. Barrett, les apôtres de la limitation des armements auraient avantage à faire en sorte que bon nombre des traités savants présentés à la conférence soient réécrits en des termes plus concrets.

V.

LE FACTEUR HUMAIN DANS LA GUERRE ACCIDENTELLE

Pendant la cinquième et dernière journée de la conférence, les participants ont cherché à établir dans quelle mesure l'erreur humaine peut contribuer au déclenchement d'une guerre accidentelle. Ils ont discuté en particulier des difficultés qu'ont les institutions militaires et politiques à écarter les candidats de moindre envergure des postes comportant des responsabilités en matière nucléaire. Ils ont aussi étudié la question du rendement des dirigeants dans le cas des interventions dissuasives au nom de tiers.

MM. Bruce Russett, Paul Huth, Lloyd Dumas, Dean Babst, Luc de Séguin et Michel Haag ont présenté des exposés. Les commentateurs ont été le général Mikhail Milstein et M. Russell Leng.

M. Lloyd Dumas a soutenu que les opérateurs humains font partie intégrante du système militaire nucléaire et qu'ils adoptent des comportements particuliers qui introduisent un élément d'imprévisibilité dans l'équation.

Il est relativement facile de faire subir des essais aux composantes individuelles du système, mais à mesure que l'on conjugue ces dernières pour créer des systèmes complexes, il est de moins en moins pratique de les mettre à l'essai dans des conditions de fonctionnement réalistes. Nous ne pouvons déclencher une guerre nucléaire simplement pour faire des prévisions sur la fiabilité du système.

M. Dumas a fait observer que les sciences du comportement n'aident pas beaucoup à faire des prévisions; à titre d'exemple, il a cité le cas de son propre domaine, l'économique. On suppose que l'économique est l'étude des activités humaines les plus rationnelles de toutes; pourtant, les économistes ont de la difficulté à prédire l'évolution de l'économie. Par conséquent, les disciplines telles que la psychologie et la sociologie, qui s'intéressent aux émotions et aussi aux comportements rationnels, permettront sans doute encore moins de faire des prévisions valables. Malgré tout, ce sont elles plutôt que l'économique qui sont les plus utiles pour analyser le comportement des opérateurs de systèmes d'armes nucléaires. Jusqu'ici, aucune science du comportement n'a pu aider à faire des prévisions aussi bien que les sciences naturelles ou le génie.

M. Dumas a abordé plusieurs aspects de la fiabilité humaine dans le contexte militaire nucléaire. Il a montré que l'alcoolisme, la toxicomanie et les maladies mentales existent chez les militaires, il a décrit comment les conditions de travail risquent d'influer négativement sur le comportement des employés, et il a donné des détails sur la façon dont la hiérarchisation et la bureaucratisation peuvent réduire la fiabilité humaine. Bien qu'il se soit surtout servi d'exemples américains, étant donné que les exemples provenant d'URSS sont rares, il a donné à entendre qu'on a tout

lieu de croire que la situation est aussi grave, sinon pire, du côté soviétique.

Comme l'alcoolisme, la toxicomanie et les maladies mentales sont très répandus dans la population en général, il est impossible d'empêcher complètement ces troubles de s'infiltrer dans une organisation aussi vaste que les forces armées, par exemple. En 1982, le ministère américain de la Défense a mené une enquête à l'échelle de la planète sur l'incidence de l'alcoolisme et de la toxicomanie parmi les militaires américains, et il en est ressorti ce qui suit :

1) 14 p. 100 des militaires prenaient beaucoup d'alcool; 9 p. 100 étaient alcooliques.
2) 18 p. 100 de tous les militaires avaient subi au moins une conséquence grave de l'alcoolisme au cours des 12 mois précédents (rendement affaibli au travail, dommages physiques, besoin de désintoxication, etc.).
3) 42 p. 100 de tous les employés du ministère de la Défense avaient absorbé au moins une drogue à des fins non médicales.
4) 9 p. 100 avaient pris des drogues autres que la marijuana au cours des 30 jours précédents.

En appliquant ces pourcentages au nombre total des membres des forces armées américaines, on a conclu qu'en 1982, 295 000 militaires buvaient beaucoup, 190 000 étaient alcooliques, et environ 190 000 absorbaient tous les mois des drogues autres que la marijuana.

On sait que l'alcoolisme est un problème très répandu en URSS, et l'on estime que de 18 à 30 p. 100 des militaires soviétiques sont alcooliques; ces chiffres les placeraient à un niveau comparable à celui de leurs homologues américains. En outre, il est probable que le taux de toxicomanie s'est accru parmi les militaires soviétiques depuis l'invasion de l'Afghanistan, pour des raisons semblables à celles qui ont provoqué l'intensification de ce phénomène chez les militaires américains pendant la Guerre du Viet Nam. Les soldats soviétiques se battent contre des guérilleros afghans relativement populaires qui n'attaquent pas directement l'Union soviétique. Ils livrent une guerre qui s'étire et dont les objectifs sont mal définis, dans un pays étranger qui, comme le Viet Nam, est un producteur d'opium.

Il existe des données précises qui montrent l'ampleur des problèmes relatifs à la fiabilité humaine dans les installations militaires *nucléaires* américaines. De 1975 à 1984, environ 5 100 personnes par année ont été déplacées de leur poste qui comportaient l'exercice permanent de fonctions dans un milieu nucléaire; à peu près les deux tiers de ces replacements étaient attribuables à la toxicomanie, à l'alcoolisme ou à des troubles psychologiques.

Les conditions de travail dans les installations militaires nucléaires entraînent du stress, de l'ennui et de l'isolement, ce qui a des effets négatifs sur tout être humain normal, encore plus sur quiconque souffre de toxicomanie, d'alcoolisme ou de troubles psychologiques. Les militaires sont placés à des consoles ou dans des silos pendant des heures d'affilée, ou encore restent pendant des mois à bord de sous-marins submergés. Ils sont isolés de l'humanité en général, et pendant leur entraînement, on leur a appris à la détruire. Ils exécutent constamment des manœuvres de destruction, mais ils ne sont jamais autorisés à les mener à leur fin. Chacune de ces circonstances est source de stress.

L'effet abrutissant de la routine est dangereux quand les opérateurs font face à des situations qui, soudain, deviennent critiques. Par exemple, lors de l'accident survenu à la centrale nucléaire de *Three-Mile Island*, les opérateurs ont continué à exécuter leurs tâches habituelles malgré l'existence de conditions inhabituelles. Le chef du Parti, M. Boris Yeltsin, a déclaré à Moscou qu'une erreur humaine avait été à l'origine de l'accident de Chernobyl.

Le socio-psychologue Irwin Altman a observé en laboratoire des simulations d'isolement. On a prouvé que l'isolement en groupe, surtout pendant de longues missions,

> . . . suscite de la tension qui réduit le rendement, accroît la possessivité, intensifie le souci de défendre son espace et ses objets personnels . . . et augmente chez l'individu la tendance à s'isoler.

Dans l'ensemble, ces découvertes relèvent que l'isolement peut nuire à la fiabilité humaine tant pendant les heures de travail qu'en dehors. Au moins un ancien membre des forces militaires nucléaires a confirmé cette conclusion.

Le "syndrome de la familiarité" constitue une dernière source de stress. Plus les humains s'habituent à faire fonctionner un système, moins ils s'assurent qu'aucun problème grave ne risque de surgir. L'écrasement de la navette spatiale Challenger en janvier 1986, l'explosion d'une fusée Titan 34D et la panne d'une fusée Delta en avril de la même année ont brutalement "secoué" la suffisance que de multiples missions "normales" avaient engendrée au fil des années. Cependant, de tels accidents ne signifient pas qu'il n'y aura plus d'autres missions, de la façon dont une guerre nucléaire écarterait presque certainement la possibilité de tout autre conflit nucléaire.

La dernière dimension de la fiabilité humaine dont Dumas a traité est l'effet de la bureaucratie. À ses yeux, le pire problème à cet égard se situe sur le plan de la transmission de renseignements valables depuis les niveaux opérationnels de base de la hiérarchie militaire jusqu'au sommet. On a prouvé que l'hésitation des subalternes à signaler leurs propres erreurs ou celles de leurs supérieurs, les convictions personnelles, des

points de vue rigides sur le monde et divers concepts de ce qu'est la loyauté ont nui à la transmission de renseignements précis jusqu'au sommet. Ainsi, des problèmes graves risquent de passer inaperçus.

Dans l'entreprise, c'est un fait connu que l'hésitation à communiquer de mauvaises nouvelles à la direction constitue un problème fort répandu :

> On semble s'entendre pour dire qu'il existe fondamentalement deux façons de régler ce problème : créer une culture organisationnelle et un climat de confiance favorable à la communication, en instituant des voies informelles de communication; réduire sensiblement le degré de hiérarchisation dans l'entreprise.

Malheureusement, les méthodes organisationnelles militaires vont à l'encontre de ce genre de réformes. Outre qu'elles entravent la communication vers le haut, les barrières structurelles risquent de faire en sorte qu'on déforme et détourne les directives venant d'en haut, ou encore qu'on y passe outre tout simplement.

> Un exemple spectaculaire de ce genre de problème propre au commandement et au contrôle et fort à propos quand on parle de la course aux armements s'est produit pendant la Crise des missiles à Cuba en 1962, année où le monde est venu plus près que jamais d'une guerre nucléaire généralisée et intentionnelle. À ce moment-là, le dirigeant soviétique Nikita S. Khrouchtchev a offert de retirer les missiles russes de Cuba si les États-Unis acceptaient, entre autres choses, d'enlever de la Turquie leurs missiles à ogive nucléaire. Selon le procureur général Robert F. Kennedy, le président avait demandé "à maintes reprises" au cours des 18 mois précédents au Département d'État de conclure avec la Turquie un accord sur le retrait des missiles américains Jupiter présents sur son territoire. Pendant les dernières démarches (été 1962), il semble que le Département d'État ait informé le président qu'il n'était pas sage de presser les choses, mais le président ne fut pas d'accord avec eux et leur ordonna de faire enlever les missiles. Comme le relate Robert Kennedy, le président croyait en son autorité et, comme il avait clairement exprimé ses intentions, il pensait que ses ordres seraient exécutés, et les missiles, enlevés . . . Les représentants du Département d'État en discutèrent de nouveau avec les Turcs et, comme ceux-ci ne voulaient rien entendre, les Américains n'insistèrent pas. Ainsi, la situation internationale s'aggravait dangereusement à un moment on ne peut plus critique de l'histoire de l'humanité, non pas à cause d'une conspiration, d'un officier militaire toxicomane ou souffrant de troubles mentaux, voire de la tension, de la monotonie ou d'un relâchement de la vigilance attribuable à la familiarité, mais bien à cause de l'inertie bureaucratique.

Selon Dumas, il n'est possible d'éliminer complètement aucun des aspects du problème se rapportant à la fiabilité humaine :

> Nous ne pouvons pas contourner ce dilemme en confiant le commandement à des machines ou en automatisant les systèmes au point que l'élément humain n'ait plus aucun rôle à jouer dans le contrôle des forces nucléaires. Car qui donc conçoit et construit les machines ?

Cela étant, M. Dumas a soutenu que nous devrions exploiter deux autres dimensions de notre "humanité", à savoir notre sagesse et notre instinct de survie, et admettre que " . . la seule stratégie militaire qui permettrait vraiment d'accroître la sécurité nationale, c'est le désarmement nucléaire général".

MM. Paul Huth et Bruce Russett ont fait état de leurs recherches sur soixante "interventions dissuasives au nom de tiers" étant survenues dans la collectivité internationale depuis 1880. Aux fins de la discussion, on a défini qu'il y a dissuasion quand un État menace d'employer la force pour empêcher un autre pays d'y recourir le premier. Par l'expression "intervention dissuasive au nom de tiers", on désigne l'action de prévenir une attaque contre une autre entité, telle qu'un allié, un pays client ou un État neutre ami. On a analysé statistiquement les "interventions" de ce genre afin de cerner les circonstances où la dissuasion a des chances de réussir et celles où, si elle échoue, la crise risque de dégénérer en une guerre totale.

L'étude a porté sur quatre facteurs qui influent sur le degré de réussite de la dissuasion. D'abord, celle-ci tendait à produire les résultats escomptés quand l'équilibre immédiat des forces favorisait le défenseur. Cela porte à croire que l'attaquant renonçait à ses plans d'agression s'il semblait avoir peu de chance de mettre rapidement son adversaire devant un fait accompli. Cependant, l'équilibre des forces à long terme, qui aurait pu garantir la capacité du défenseur de l'emporter dans une guerre d'usure, ne présentait aucun intérêt, pas plus que le fait que le défenseur possédât ou non des armes nucléaires. En deuxième lieu, les liens existant entre le défenseur et son "protégé" (par exemple, la proximité géographique, les alliances, les ventes de matériel militaire, les accords d'assistance, et le commerce) ne semblaient pas en général compter pour beaucoup, bien que les relations militaires revêtissent une certaine importance avant l'amorce véritable des négociations inter-États. Troisièmement, chaque fois que les démarches diplomatiques militaires se caractérisaient par la fermeté, l'équité et la doctrine du "un prêté pour un rendu", la dissuasion réussissait, tandis que les comportements excessivement belliqueux ou conciliants avaient le résultat contraire. Enfin, si des affrontements antérieurs s'étaient soldés par une victoire ou une défaite complète, les attaquants semblaient s'enhardir à braver le prochain acte de dissuasion, tandis que le contraire se produisait si les affrontements avaient abouti à des impasses.

L'étude a aussi porté sur la façon dont on avait réglé les crises après que la dissuasion eut échoué et que l'attaquant fut allé de l'avant. La crise était davantage susceptible de dégénérer en conflit, et le défenseur, de combattre, si (1) le défenseur était voisin du "protégé" et son allié, (2) si l'équilibre militaire à court terme (et, dans une certaine mesure, à long terme) favorisait le défenseur, et (3) si ce dernier avait antérieurement appliqué une stratégie diplomatique ferme mais équitable.

MM. Huth et Russett ont fait valoir que le degré de succès de la dissuasion et la question de savoir si une crise dégénérera ou non en guerre dépendent de divers éléments, dont l'équilibre des forces, les comportements en temps de crise et la réputation des États. Ils ont soutenu que, pour éviter une guerre, il ne suffit pas simplement de posséder une grande force relative ou d'afficher un comportement dur et inflexible.

MM. Huth et Russett se sont également penchés sur certaines des différences existant entre les premier et deuxième stades d'une crise et sur l'idée que les variables influant sur la décision de l'attaquant d'aller de l'avant au premier stade semblaient compter moins aux yeux du défenseur qui décidait de se battre après l'échec de la dissuasion. Cependant, cela ne signifiait pas nécessairement que l'attaquant avait mal jugé le défenseur, dans l'ensemble; dans certains cas, l'attaquant a pu déduire de ces variables que le défenseur allait sans doute combattre, et il a fait marche arrière. D'abord, fermeté et équité sont associées aussi bien avec le succès de la dissuasion qu'avec l'escalade débouchant sur la guerre en temps de crise. Cela porte à croire que les attaquants qui passent outre aux menaces fermes et justes risquent de provoquer des représailles. En deuxième lieu, l'équilibre militaire à long terme compte bien davantage au deuxième stade, ce qui permet de penser que, même si un attaquant décide d'exécuter ses plans pour mettre son adversaire devant un fait accompli, il risque de se trouver devant un défenseur capable et désireux de livrer une longue guerre. Troisièmement, le rôle relativement grand des alliances et de la proximité géographique au second stade montre que, même si l'attaquant accorde peu d'attention à l'investissement matériel et à la réputation du défenseur dans le pays qu'il protège, ces facteurs peuvent inciter le défenseur à riposter, ce qui entraînera une escalade aboutissant à la guerre. Autre donné intéressante, le fait que le défenseur possède ou non des armes nucléaires ne semble pas compter pour beaucoup et n'influe ni sur la décision de l'attaquant de défier les mesures dissuasives, ni sur celle du défenseur de résister à l'attaque.

En résumé, les exposés de MM. Huth et Russett ont montré quels éléments influent sur l'évolution ou la non-évolution des crises après une intervention dissuasive au nom de tiers. Comme les affrontements contemporains entre grandes puissances ont fréquemment lieu par pays interposés, cette étude a été importante en ce qu'elle a permis de mieux comprendre les conditions qui entraîneraient probablement une guerre nucléaire accidentelle.

Le général Milstein a commenté les propos de MM. Russett, Huth et Dumas.

Se reportant aux exposés de MM. Russett et Huth, le général Milstein a soutenu qu'il faut être prudent quand, par extrapolation, on applique aux affrontements nucléaires les données relatives aux conflits classiques. Pour lui, la "dissuasion" n'avait acquis aucun ses stratégique avant l'apparition des armes nucléaires, et il serait impossible de citer des cas où le début d'une guerre nucléaire aurait servi à mesurer l'efficacité de la dissuasion. Il a par ailleurs déclaré qu'un élément vital dans l'intervention dissuasive au nom d'un tiers consistait à savoir si le "protégé" avait réclamé cette dernière; dans certains cas, pareille intervention pourrait bien faire partie d'un plan impérialiste.

Le général Milstein a catégoriquement nié les affirmations de M. Dumas selon lesquelles l'alcoolisme et la toxicomanie existaient dans les forces stratégiques nucléaires de l'URSS, bien qu'il pu rien affirmer au sujet de l'ensemble des forces soviétiques. Il a signalé que bon nombre des conditions de travail présentes dans les forces nucléaires (la nécessité du secret et l'isolement, par exemple) se retrouvent dans d'autres éléments des forces armées. Le général a convenu avec M. Dumas que la seule façon d'éviter la guerre nucléaire consistait à renoncer aux armes atomiques, et il a répété la citation de M. Gorbachev qui propose un plan en trois étapes pour éliminer les arsenaux nucléaires du monde d'ici l'an 2000. Il a conclu en disant que, peu importe à quel point on améliore les systèmes de commandement, avec quel soin on sélectionne les membres des unités nucléaires, ou à quel point on forme bien les dirigeants, tant et aussi longtemps qu'il y aura des armes nucléaires, il y aura danger de guerre nucléaire.

M. Russell Leng a lui aussi fait la critique des exposés de MM. Dumas, Russett et Huth. Les travaux de Dumas sont importants, a-t-il affirmé, mais ils en sont encore au stade des hypothèses; Leng a souligné que Dumas fondait ses conclusions sur des anecdotes plutôt que sur une analyse statistique systématique. Il faudra d'abord compléter les recherches de cette première étape avant que des travaux empiriques puissent entrer dans une deuxième étape statistique.

M. Leng a fait observer que les opinions de M. Dumas convergeaient vers celles d'autres chercheurs. Il a signalé que les exposés de Dumas, Russett et Huth ainsi que les travaux d'autres socio-psychologues indiquaient tous qu'une stratégie de négociation axée sur la fermeté et l'équité constituait le meilleur instrument à employer pour éviter la guerre. Ni les manoeuvres d'intimidation, ni les gestes d'apaisement ne sont aussi efficaces. En outre, la conclusion selon laquelle le perdant dans une crise donnée risque de se porter à l'attaque dans la prochaine crise vaut particulièrement dans le cas des crises chroniques telles que celles opposant l'Inde et le Pakistan, Israël et l'Égypte, ou les États-Unis et l'Union soviétique. Cette conclusion donne à penser que les dirigeants se sentent

de plus en plus obligés de jouer dur. Avec des méthodes diverses et en analysant des cas différents, les chercheurs sont arrivés à des conclusions très similaires. M. Leng a trouvé les analyses statistiques intéressantes, car elles mènent à des conclusions analogues même si elles n'ont pas l'attrait spontané des travaux fondés sur les expériences vécues.

L'exposé de MM. Haag et de Seguin a principalement porté sur ce que les expériences vécues par les Français dans le domaine des armes nucléaires; les deux hommes ont tenté d'exploiter ces connaissances pour illustrer des points généraux concernant le commandement et le contrôle des forces nucléaires. Ils ont d'abord souligné que le problème des accidents nucléaires ne se limite pas au concept de guerre généralisée; il existe plusieurs autres genres d'accidents.

En premier lieu, le risque de causer un accident avec une seule arme nucléaire est considérable. Ce danger est très réel en France, en raison des nombreux accidents ayant touché des avions et des missiles français à capacité nucléaire. Il ne s'agit pas là d'un problème exclusif à la France; on a lieu de croire que les missiles américains Pershing-II et les missiles de croisière récemment déployés sont loin d'être entièrement fiables.

Deuxièmement, un accident risque de se produire au cours du processus de stockage. Nous ne disposons d'aucune donnée sur ce risque, mais nous savons que des "contractions" ont lieu dans les stocks de plutonium dont on se sert pour construire des armes, ce qui évoque un danger étant donné qu'on ne sait pas très bien où se trouvent les quantités manquantes.

Enfin, il existe des risques au stade de la fabrication même de ce plutonium, surtout au réacteur surrégénérateur rapide de Malville. On sait très bien que de tels réacteurs présentent des dangers beaucoup plus grands que les réacteurs ordinaires à eau légère sous pression.

Les Français ont également fait allusion à un risque dont on n'avait pas encore parlé à la conférence, à savoir qu'à la faveur d'un coup d'état civil, un groupe rebelle s'empare d'armes nucléaires. Pendant la "Révolte des généraux" en 1961, certains des éléments rebelles auraient tenté de se saisir d'une arme nucléaire qui allait servir à faire un essai dans le Sahara. Pour contrer ce plan, on a fait exploser l'arme prématurément.

La France a un autre problème, et c'est celui du contrôle. Le système français de commandement est totalement centralisé; seul le président de la République peut, en donnant un ordre personnel, autoriser l'emploi de la "force de frappe". Cependant, quel que soit le scénario envisagé, le président aurait moins de dix minutes pour décider de donner l'ordre ou non. Riposter en soutenant péremptoirement que le président a des "nerfs d'acier" équivaut à fouler au pied tout ce que nous savons de la psychologie humaine. La doctrine nucléaire française est celle de l'*infaillibilité présidentielle*, qui s'apparente à celle de l'infaillibilité papale, sauf que dans le cas qui nous occupe ici, "Dieu" est la Bombe H.

Dans son exposé, Dean Babst a recommandé de créer un peu partout dans le monde des centres d'évaluation des risques de guerre accidentelle dont l'ampleur du budget serait fonction de l'envergure du péril. Il a soutenu que les pays non nucléaires pourraient contribuer à réduire les arsenaux mondiaux en diffusant les résultats de leurs propres études sur la guerre nucléaire par inadvertance. M. Babst a souligné en particulier que les modèles analytiques informatisés sont très utiles pour mesurer les dangers de guerre nucléaire accidentelle : ils permettent de prévoir les dangers, d'obtenir rapidement des réponses et de construire des scénarios de plus en plus compliqués, et ils coûtent relativement peu.

En premier lieu dans les démarches visant à encourager la mise sur pied de centres d'évaluation des risques, la *Nuclear Age Peace Foundation* de Californie et l'Institut Richardson de l'Université de Lancaster (Angleterre) ont créé l'*Accidental War Information Exchange* (Réseau d'échange de renseignements sur la guerre accidentelle). Le Réseau pourrait, dans l'avenir, jouer un rôle de coordination, accroître les bases de données des centres d'information existants et encourager la diffusion de l'information. Les recherches sur la guerre accidentelle compléteraient (et non remplaceraient) d'autres efforts visant à réduire et à éliminer les armes nucléaires.

VI.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les participants à la conférence ont convenu à l'unanimité que les débats de la semaine avaient permis un échange fructueux de vues et d'information. Comme quelqu'un l'a mentionné, le problème de la guerre nucléaire accidentelle rappelle l'histoire des quatre aveugles et de l'éléphant. L'informaticien, le stratège et le sociologue, l'Européen, le Russe et le Nord-américain, chacun voit le problème à travers les prismes de sa propre discipline et des perspectives de son pays. La confrontation des divers points de vue a été instructive et elle a aussi donné lieu à une convergence d'idées inattendue. A cet égard, il convient ici de citer deux exemples.

D'abord, il était clair qu'il y avait une grande concordance entre les mathématiciens et les informaticiens, d'une part, et les stratèges, d'autre part; ils s'entendaient pour dire que la réduction des temps d'alerte attribuable au déploiement de systèmes d'armes ayant une courte période de vol avait eu une incidence grave sur l'aptitude des systèmes de commandement à prendre les décisions appropriées en cas de fausse alerte. Trois courants de recherches – le premier, fondé sur des modèles mathématiques, le deuxième sur les limites connues des ordinateurs et de l'intelligence artificielle relativement à la reproduction de la pensée humaine, et le troisième sur un examen détaillé des systèmes de commandement et des procédures d'alerte nucléaire – ont conduit à des conclusions très semblables.

En second lieu, les opinions ont beaucoup convergé en ce qui concerne le type de comportement national qui permettrait le mieux d'éviter une guerre accidentelle. Une stratégie alliant fermeté et conciliation (un prêté pour un rendu) paraissait être la meilleure pour prévenir les crises. Une fois que la crise a éclaté, cependant, les menaces ne servent aucunement à empêcher l'escalade jusqu'à la guerre. Ces conclusions étaient corroborées par trois différentes catégories de résultats obtenus grâce à la recherche : les études de Russett et Huth sur les interventions dissuasives au nom de tiers, les études de Leng sur les comportements en temps de crise, et les recherches de Rapoport sur la simulation informatique des comportements en cas de conflit.

La concordance de vues obtenue à la conférence allait bien au-delà des conclusions et des résultats précis issus des recherches. Persuadés que le danger d'une guerre accidentelle est on ne peut plus grave, les participants ont rédigé une déclaration pour tenter d'exprimer leurs inquiétudes. Ils ont unanimement conclu que le danger de guerre nucléaire accidentelle est considérable et il grandit pour les raisons suivantes, entres autres :

1. les relations politiques mondiales se détériorent, les pourparlers sur le désarmement et la limitation des armements sta-

nent, et les crises internationales se multiplient à un rythme élevé;
2. la course aux armements se poursuit, ce qui conduit à la mise au point et au déploiement d'armes et de technologies déstabilisantes;
3. les systèmes de commandement et de contrôle sont de plus en plus complexes et difficiles à maîtriser, ce qui réduit les temps d'alerte et exige des dirigeants qu'ils prennent des décisions et agissent plus vite que le permettent les capacités humaines;
4. on se fie de plus en plus à un processus décisionnel automatisé, ce qui accroît la probabilité d'une erreur catastrophique. Il importe de prendre des mesures pour freiner ce mouvement vers une catastrophe sans précédent.

Les participants ont aussi déclaré qu'il est possible de prendre de nombreuses mesures pour éviter le danger, mais ils précisent que des "mesures purement technologiques n'élimineront pas le risque".

Les participants n'ont pas eu assez de temps pour en arriver à un consensus sur des politiques précises, et beaucoup étaient d'avis qu'un tel effort ne servirait à rien en l'absence des autorités chargées de mettre les politiques à exécution. Cependant, un certain nombre de participants ont effectivement formulé des recommandations générales qui ont fait l'assentiment de la majorité.

D'aucuns, et en particulier Leonard et Sennott, ont recommandé que les superpuissances éliminent les systèmes d'armes qui surchargent les systèmes d'alerte, ou qu'elles en empêchent le déploiement. Parmi les armes particulièrement dangereuses, ils ont cité les systèmes ayant une courte période de vol, tels que les missiles Pershing II et les SLBM déployés par une superpuissance au large des côtes de l'autre. Les systèmes ASAT tombent aussi dans cette catégorie, car ils permettent de paralyser les moyens dont l'adversaire dispose pour tirer rapidement au clair les fausses alertes.

Une autre recommandation, émise surtout par Blair, a porté sur la nécessité de se doter de systèmes de commandement capables de survivre à un affrontement nucléaire. L'existence de tels systèmes éliminerait le risque de "décapitation", ce qui rendrait moins attrayante l'adoption d'une politique de lancement sur alerte tactique, en temps de crise.

Les stratèges et les informaticiens présents à la conférence ont par ailleurs sanctionné avec force une troisième recommandation dans laquelle ils mettaient le monde en garde contre le fait que les systèmes de commandement des dispositifs nucléaires dépendent de plus en plus d'un processus décisionnel automatisé. Si faillible que l'esprit humain puisse être, son remplacement par des systèmes automatisés dans le contexte imprévisible d'une crise grave accroîtrait inévitablement le risque d'erreur et l'incertitude et, partant, le danger d'une guerre non intentionnelle.

Par ailleurs, Crissey a recommandé que d'autres données non confidentielles sur les fausses alertes et les pannes des systèmes d'alerte soient mises à la disposition des chercheurs. Jusqu'à récemment, une grande quantité d'information leur avait été fournie, mais au cours des deux dernières années ou à peu près, on a fait de nouvelles tentatives pour limiter l'accès à ce genre de données. Une telle ligne de conduite entrave considérablement les efforts que les scientifiques déploient pour étudier le problème.

Une dernière recommandation prônait la création d'un mécanisme institutionnel qui amorcerait une étude permanente sur les risques de guerre accidentelle. Babst a présenté une proposition explicite à cet égard; il préconisait en effet de mettre sur pied, dans différents pays du monde, des centres d'évaluation des risques de guerre accidentelle. D'autres ont proposé de financer de nouvelles études et de tenir une conférence de suivi qui aurait pour objectif de porter les questions débattues pendant la semaine à l'attention des autorités directement chargées d'élaborer et d'appliquer les politiques dans tous ces domaines.

ANNEXE : LISTE DES CONFÉRENCIERS ET PARTICIPANTS

Dean BABST	Président, Projet sur la guerre nucléaire accidentelle, *Nuclear Age Peace Foundation.*
John BARRETT	Auxiliaire de recherche, Centre canadien pour le contrôle des armements et le désarmement.
Bruce BLAIR	Auxiliaire de recherche, Institut Brookings; ancien membre du Groupe de travail sur le commandement et le contrôle des dispositifs nucléaires, au ministère américain de la Défense.
Marco CARNOVALE	Étudiant licencié cycle en sciences politiques, M.I.T.
Brian CRISSEY	Chef du département d'informatique au Linfield College, en Orégon.
Lloyd DUMAS	Professeur d'économie politique à l'Université du Texas, à Dallas.
Daniel FREI	Professeur de sciences politiques à l'Université de Zurich; auteur du rapport des Nations-Unies sur les risques de guerre non intentionnelle.
Luc de SÉGUIN	Physicien de Paris qui a fait des recherches sur les accidents nucléaires subis par la France.
Michel HAAG	Physicien de Paris qui a fait des recherches sur les accidents nucléaires subis par la France.
Martin HELLMAN	Professeur d'électrotechnique à Stanford; il est connu pour ses travaux en cryptographie et sur les systèmes militaires d'information.
Paul HUTH	Étudiant licencié en sciences politiques, Yale.
Fred KNELMAN	Ancien directeur du Programme des sciences et de la technologie à l'Université Concordia, et auteur du livre intitulé *Reagan, God and the Bomb.*
John LAMB	Directeur général du Centre canadien pour le contrôle des armements et le désarmement.

Russell LENG	Professeur de sciences politiques et ancien doyen de la faculté des arts au Middlebury College, au Vermont; spécialiste des comportements adoptés pendant les crises internationales.
Barbara LEONARD	Informaticienne néo-zélandaise; secrétaire générale du mouvement *Computer People Against Nuclear War*.
Général Mikhail MILSTEIN	Officier retraité affecté à l'Institut des études américaines et canadiennes, à Moscou.
Johan NIEZING	Directeur de l'Institut de polémologie, à l'Université libre de Bruxelles; auteur de plusieurs ouvrages sur les accidents nucléaires.
Severo ORNSTEIN	Président du groupe *Computer Professionals for Social Responsibility*, à Palo Alto (Californie).
Anatol RAPOPORT	Professeur d'études sur la paix à l'Université de Toronto; ancien président de *Science for Peace*.
Douglas ROSS	Maître de conférences en sciences politiques, à l'Université de la Colombie-Britannique.
Bruce RUSSETT	Professeur spécialiste des relations internationales (Chaire Dean Acheson) à l'Université de Yale; rédacteur en chef du *Journal of Conflict Resolution*.
Linn SENNOTT	Professeur de mathématiques à l'Université de l'Illinois; auteur d'articles sur les modèles mathématiques concernant les systèmes de commandement des dispositifs nucléaires et les pannes de ces systèmes.
Henry THOMPSON	Maître assistant dans le cadre du Programme sur l'intelligence artificielle, à l'Université d'Édimbourg.
Joseph WEIZENBAUM	Professeur d'informatique au M.I.T.; pionnier de l'intelligence artificielle; auteur de *Computer Power and Human Reason*.

PRÉSIDENT DE LA CONFÉRENCE

Michael WALLACE — Professeur de sciences politiques, à l'Université de la Colombie-Britannique.

COORDONNATRICE DE LA CONFÉRENCE

Debbie MCCLELLAND — Association canadienne pour les Nations-Unies, Division de Vancouver.

ADJOINTE DE LA COORDONNATRICE

Kim ARNOTT — Étudiante en sciences politiques, Université de la Colombie-Britannique.

L'Institut canadien pour la paix et la sécurité internationales

Le Conseil d'administration

William Barton,
Président du Conseil
Norman Alcock
George Bell
Christoph Bertram
Lise Bissonnette
David Braide
Harriet Critchley
Ann Gertler
Kalevi Holsti
Richard Mercier
Geoffrey Pearson,
Administrateur délégué
John Sigler
Brian Urquhart
Jean Guy Vaillancourt
Paul Warnke
Lois Wilson
Gerald Wright